

Analisis Potensi Pembentukan Unsur Logam Berat Cr⁶⁺ dan Pengolahan Pencemaran Cr⁶⁺ Pada Endapan Nikel Laterit

*Tri Andriyani HS Kandora**, Nurul Fitriah Rahmah

Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi dan Bisnis Nobel Indonesia

**Email: tri@nobel.ac.id*

SARI

Dalam memaksimalkan kegiatan penambangannya, perusahaan secara rutin wajib melakukan kegiatan pengawasan, pengendalian dan tindakan konstruktif dengan menerapkan standar baku mutu terhadap kualitas bahan galian dan limbah cair terhadap kegiatan penambangan yang mengandung logam berat. Penelitian ini berfokus pada limbah Cr⁶⁺ yang bersumber dari endapan nikel laterit yang dihasilkan dari penambangan PT Konutara Sejati. Tujuan penelitian yaitu menganalisis potensi pembentukan chromium hexavalent (Cr⁶⁺) menggunakan metode analisis mineralogi dan analisis geokimia untuk mengetahui mineral-mineral terkandung dan kadar logam berat pada endapan nikel laterit yang menjadi pembawa chromium hexavalent (Cr⁶⁺). Sampel air settling pond dianalisis menggunakan metode pengujian fisika dan kimia, untuk mengetahui tingkat pencemaran logam berat Cr⁶⁺. Jenis sampel yaitu limonit, saprolite dan bedrock pada BLOK D titik GK-1. Hasil penelitian ditemukan mineral talc, lizardite, geothite, magnetite, hornblende, forsterite, spinel dan enstatite. Kadar unsur logam berat Cr⁶⁺ berkisar 27,7 – 52,1 ppm, Ni berkisar 2,259 – 10,253 ppm, Fe berkisar 39.685 – 167.534 ppm dan Pb berkisar <3 ppm. Hasil analisis sampel air pada settling pond ditemukan parameter TSS pada inlet yaitu 87 mg/l dan outlet 143 mg/l, nilai pH inlet 7,48 dan outlet 7,08. Kadar logam berat Cr⁶⁺ pada sampel air ditemukan berkisar <0,028 mg/l. Berdasarkan hasil analisis geokimianya potensi pembentukan unsur logam berat berbahaya Cr⁶⁺ ditemukan pada pada 3 sampel tanah sebanyak 27,7 ppm hingga 52,1 ppm kandungan Cr⁶⁺. Berdasarkan pemantauan air limbah pada settling pond potensi pencemaran unsur Cr⁶⁺ tidak ditemukan melebihi batas baku mutu lingkungan yaitu 0,1 mg/l. Kromium terdapat hampir pada seluruh lapisan litologi laterit, sehingga kegiatan penambangan memiliki potensi yang besar dalam menghasilkan kromium. Meskipun telah dibuktikan tidak terjadi pencemaran, tetapi dalam memaksimalkan kegiatan penambangannya, PT Konutara Sejati wajib secara rutin melakukan kegiatan pengawasan, pengendalian dan tindakan konstruktif dengan menerapkan standar baku mutu terhadap kualitas bahan galian dan limbah cair terhadap kegiatan penambangan.

Kata kunci: Chromium hexavalent (Cr⁶⁺); Limbah; Mineral; Nikel laterit.

How to Cite: Kandora, T.A.H.S. dan Rahmah, N.F. 2025. Analisis Potensi Pembentukan Unsur Logam Berat Cr⁶⁺ dan Pengolahan Pencemaran Cr⁶⁺ Pada Endapan Nikel Laterit. Jurnal Geomine, 13 (2): 116-130.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Phone:

+6285299961257
+628124190813

Article History:

Submit July 5, 2025

Received in from May 29, 2025

Accepted August 13, 2025

Lisensec By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)





ABSTRACT

In maximizing its mining activities, the company is required to routinely conduct monitoring, control and constructive actions by implementing quality standards for the quality of excavated materials and liquid waste for mining activities containing heavy metals. This study focuses on Cr⁶⁺ waste originating from laterite nickel deposits produced by PT Konutara Sejati mining. The purpose of the study was to analyze the potential for the formation of hexavalent chromium (Cr⁶⁺) using mineralogical and geochemical analysis methods to determine the contained minerals and heavy metal levels in laterite nickel deposits that carry hexavalent chromium (Cr⁶⁺). Settling pond water samples were analyzed using physical and chemical testing methods, to determine the level of Cr⁶⁺ heavy metal contamination. The types of samples were limonite, saprolite and bedrock in BLOCK D point GK-1. The results of the study found talc, lizardite, goethite, magnetite, hornblende, forsterite, spinel and enstatite minerals. The levels of heavy metal elements Cr⁶⁺ ranged from 27.7 – 52.1 ppm, Ni ranged from 2,259 – 10,253 ppm, Fe ranged from 39,685 – 167,534 ppm and Pb ranged from <3 ppm. The results of water sample analysis in the settling pond found TSS parameters at the inlet of 87 mg/l and outlet 143 mg/l, the pH value of the inlet was 7.48 and the outlet 7.08. The levels of heavy metal Cr⁶⁺ in water samples were found to range from <0.028 mg/l. Based on the results of the geochemical analysis, the potential for the formation of hazardous heavy metal elements Cr⁶⁺ was found in 3 soil samples as much as 27.7 ppm to 52.1 ppm of Cr⁶⁺ content. Based on wastewater monitoring in the settling pond, the potential for Cr⁶⁺ element pollution was not found to exceed the environmental quality standard limit of 0.1 mg/l. Chromium is found in almost all laterite lithology layers, so mining activities have great potential in producing chromium. Although it has been proven that no pollution has occurred, in maximizing its mining activities, PT Konutara Sejati is obliged to routinely carry out monitoring, control and constructive actions by implementing quality standards for the quality of excavated materials and liquid waste in mining activities.

Keywords: Chromium hexavalent (Cr⁶⁺); Waste; Mineral; Nickel laterite.

PENDAHULUAN

Daerah di Indonesia dimana banyak terdapat komoditas nikel adalah Provinsi Sulawesi Tenggara, dengan potensi cadangan sebesar 97,4 miliar ton yang tersebar pada lahan seluas 480 ribu hektar (Eisa, 2015). Potensi tersebut menyebabkan jumlah perusahaan di Sulawesi Tenggara tumbuh pesat khususnya dalam beberapa tahun terakhir (ESDM, 2018; Okto et al., 2019; Lintjewas, Setiawan, & Al, 2019). Salah satu perusahaan yang beroperasi dalam komoditas nikel yaitu PT Konutara Sejati.

PT Konutara Sejati secara administratif berada di Desa Sarimukti, Kecamatan Langgikima, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara dengan luas IUP yaitu 1923 ha. Luas IUP PT Konutara Sejati (atau sekitar 93%) berada pada kawasan Hutan Produksi (HP) sedangkan sisanya berada pada Area Punggunaan Lain (APL) (Esdm, 2018). PT Konutara Sejati telah memperoleh izin pinjam pakai kawasan hutan berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: SK.622/MENHUT-II/2011 seluas ± 970,71 hektar.

Memaksimalkan suatu kegiatan penambangannya, PT Konutara Sejati secara rutin melakukan kegiatan pengawasan, pengendalian dan tindakan konstruktif dengan menerapkan standar baku mutu terhadap kualitas bahan galian dan limbah cair terhadap kegiatan penambangan yang mengandung logam berat, kegiatan ini harus dilakukan untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan, kerugian materil dan timbulnya dampak kesehatan bagi masyarakat sekitar (Fahrullah, 2024). Analisis terhadap limbah cair yang dihasilkan PT Konutara Sejati bertujuan memastikan diterapkannya ketentuan standar baku mutu

lingkungan dengan menggunakan metode pengukuran dan analisis parameter yang sesuai dengan permasalahan di lapangan.

Saat ini PT Konutara Sejati berfokus pada limbah Cr^{6+} yang bersumber dari endapan nikel laterit yang dihasilkan dari kegiatan penambangan, kemudian akan menjadi limbah cair buangan pertambangan (Song, 2021). Pada pertambangan nikel yang merupakan daerah ultrabasa terdapat lapisan batuan yang mengandung mineral serta logam berat yang apabila terlepas dapat mencemari lingkungan sekitar salah satunya adalah kromium (Aprilia, 2021). Salah satu bentuk lain dari chromium yang dapat hadir di lingkungan adalah kromium heksavalen (Cr^{6+}). Kromium heksavalen yang hadir di lingkungan sangat berbahaya dimana dapat menyebabkan bahaya bagi organisme hidup seperti mempengaruhi organ vital ikan air tawar (Zhong, 2018), menyebabkan efek genotoksik toksik dan spesifik jaringan terhadap ikan menyengat air tawar, dan mempengaruhi fungsi testis tikus jantan dewasa atau fotosintesis pada tumbuhan dan juga dapat menyebabkan karsinogenik bagi tubuh manusia (Kaprrara, 2018). Kerusakan yang cukup signifikan berdampak terhadap air dan sedimen, dimana air mengalami penurunan kualitas air (Kandora, 2024). Sedangkan untuk sedimen, partikel tersuspensi dapat dengan cepat mencapai sungai dan muara sungai. Sedimen penambangan kemudian dapat menjadi sumber kromium terbawa dan terlepas di perairan sungai (Marzuki, 2018).

Endapan nikel laterit PT Konutara Sejati mengandung berbagai jenis logam berat terutama chromium hexavalent (Cr^{6+}), yang mana perlu dilakukan analisis kadar (geokimia) pada endapan nikel laterit hasil dari kegiatan penambangan sebagai bentuk pengawasan dan pengendalian pemerintah dalam menjaga dan mendukung kelestarian lingkungan khususnya area sekitar yang rentan terhadap dampak dari penambangan, (Eisa, et al., 2015; Marzuki dkk., 2009; Saru dkk., 2000). Permasalahan sekarang adalah bagaimana potensi dari pencemaran Cr^{6+} kromium heksavalen pada endapan nikel laterit di PT Konutara Sejati khususnya pada BLOK D titik GK-1. Sehingga perusahaan melakukan pengujian sampel endapan nikel laterit menggunakan metode analisis mineralogi dan geokimia untuk mengetahui mineral-mineral terkandung dalam sampel yang menjadi pembawa dari chromium hexavalent (Cr^{6+}) dan seberapa besar kadar chromium hexavalent (Cr^{6+}) yang terdapat pada endapan nikel laterit khususnya di BLOK D titik GK-1.

METODE

Dalam upaya penyelesaian masalah, penulis melakukan serangkaian metodologi penelitian guna mendapatkan data yang valid yang kemudian akan digunakan dalam menganalisis potensi pembentukan unsur logam berat Cr^{6+} dan pengolahan pencemaran Cr^{6+} pada endapan nikel laterit.

1. Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada BLOK D titik GK-1, yang merupakan bagian dari endapan nikel laterit. Selain itu, sampel air diambil dari settling pond yang berfungsi sebagai kolam pengendapan limbah tambang. Jenis sampel yang digunakan meliputi:

- a. Limonit (lapisan atas kaya besi)
- b. Saprolite (lapisan kaya magnesium dan silikat)
- c. Bedrock (batuan dasar sebagai batuan induk)

2. Pengambilan Sampel

- a. Sampel batuan (limonit, saprolite, bedrock):
 1. Diambil secara representatif dengan metode channel sampling pada titik GK-1.
 2. Sampel dikeringkan, dihancurkan, dan digiling hingga ukuran butir homogen (<200 mesh) sebelum analisis laboratorium.
- b. Sampel air settling pond:
 1. Diambil secara grab sampling pada beberapa titik permukaan kolam.
 2. Sampel disimpan dalam botol polietilen steril.



3. Analisis Mineralogi

Analisis mineralogi dilakukan untuk mengidentifikasi mineral pembawa kromium dan nikel dengan metode berikut:

- a. X-Ray Diffraction (XRD): untuk mengetahui fasa mineral utama pada sampel batuan.
- b. Petrografi: untuk menganalisis tekstur mineral, distribusi, serta keterdapatannya kromium dalam mineral.

4. Analisis Geokimia

Analisis geokimia dilakukan untuk mengetahui kadar logam berat, khususnya kromium, pada sampel batuan. Menggunakan metode Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) untuk menentukan konsentrasi logam Ni, Fe, Cr⁶⁺, dan unsur terkait lainnya.

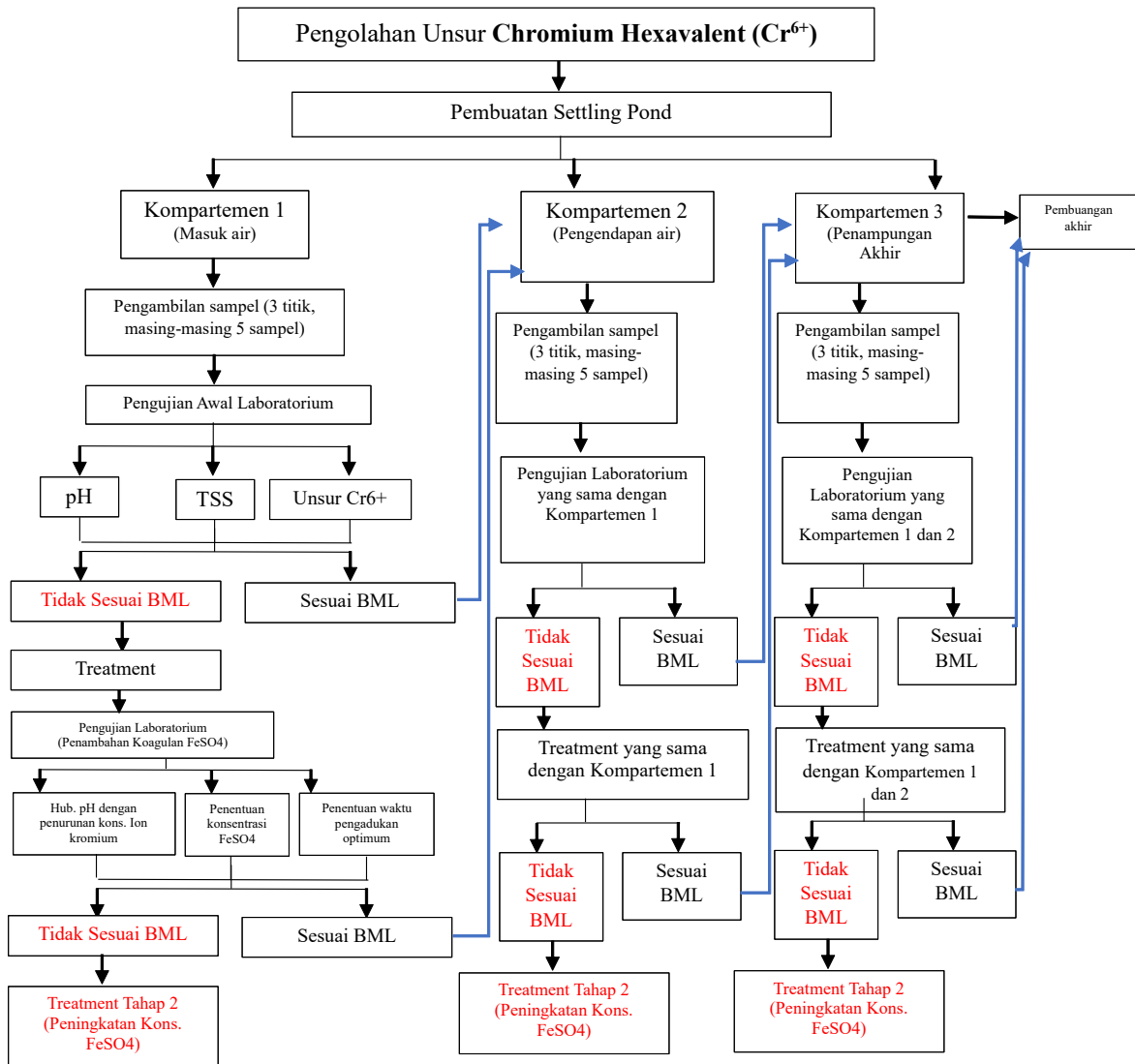
5. Analisis Fisika-Kimia Air Settling Pond

Sampel air diuji di laboratorium untuk mengetahui parameter fisika dan kimia:

- a. pH dan TSS : menggunakan pH meter dan TSS meter.
- b. Konsentrasi logam berat (Ni, Fe, Cr, Pb): menggunakan AAS atau ICP-OES.

6. Analisis Data

- a. Data mineralogi dianalisis untuk mengidentifikasi mineral yang berpotensi menjadi pembawa kromium.
- b. Data geokimia dibandingkan dengan literatur endapan nikel laterit dan standar baku mutu mineral.
- c. Data kualitas air dibandingkan dengan baku mutu air menurut PP No. 22 Tahun 2021 terkait baku mutu lingkungan.
- d. Hasil analisis kemudian diinterpretasikan untuk melihat keterkaitan antara jenis mineral pembawa Cr dengan potensi terbentuknya Cr⁶⁺ serta dampaknya terhadap kualitas air.

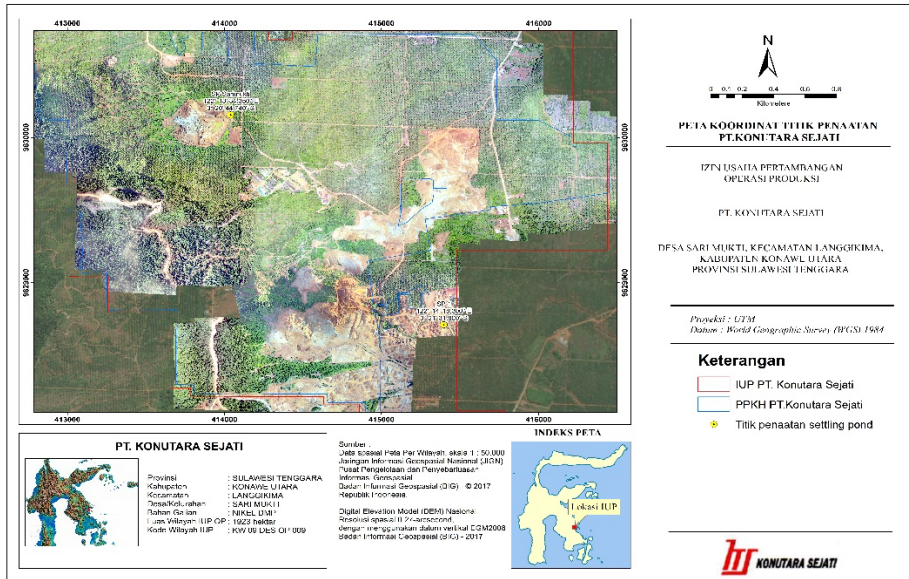


Bagan Alir Rencana Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Lokasi Penelitian

PT Konutara Sejati secara administratif berada di Desa Sarimukti, Kecamatan Langgikima, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Berdasarkan Surat Keputusan Nomor 27/1/IUP/PMA/2017 luas wilayah tambang PT Konutara Sejati yaitu 1923 ha. Secara geografis PT Konutara Sejati terletak antara 3° 17' 33" sampai 3° 22' 0" Lintang Selatan dan 112° 11' 55" sampai 112° 14' 52" Bujur Timur.



Gambar 1 Lokasi penelitian PT Konutara Sejati



Gambar 2 Pit GK 1

Karakteristik Sampel

Kegiatan pengawasan, pengendalian dan tindakan konstruktif dengan menerapkan standar baku mutu terhadap kualitas bahan galian dan limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan penambangan yang mengandung logam berat Chromium Hexavalent (Cr^{6+}), dilakukan oleh PT Konutara Sejati pada BLOK D titik GK-1 dan GK-2. Sampel-sampel yang digunakan yaitu jenis limonit, saprolite dan bedrock. Karakteristik sampel yang diambil yaitu dapat dilihat pada tabel 1 pengambilan sampel GK-1.

Tabel 1. Karakteristik sampel analisis

PT KONUTARA SEJATI					
No.	Kode Sampel	Area	Titik Koordinat		Kedalaman (m)
			X	Y	
1	GK-1 Limonit	BLOK D	414642,1387	9629869,906	3
2	GK-1 Saprolit				7
3	GK-1 Bedrock				9

Sebanyak 3 sampel endapan nikel laterit yang digunakan untuk analisis potensi keterdapatn unsur logam berat berbahaya Chromium Hexavalent (Cr^{6+}). Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 peta lokasi sampling.

Litologi Sampel GK 1

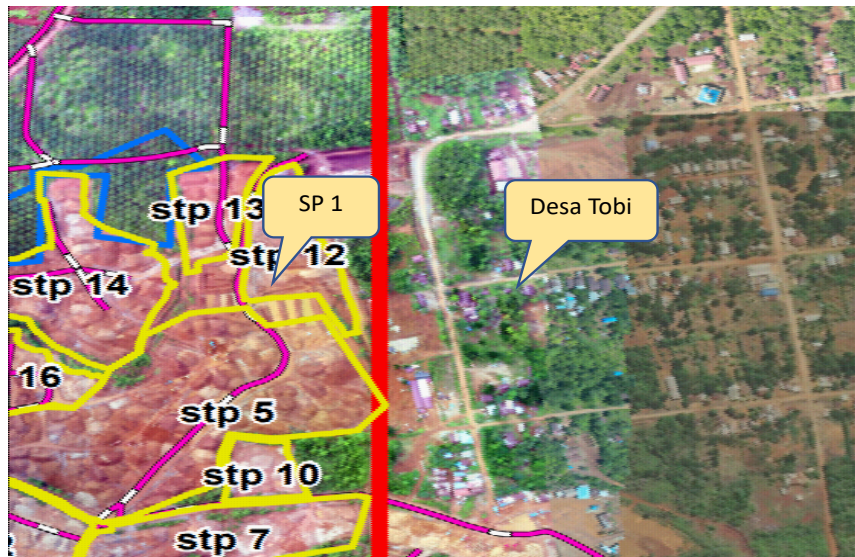
Lokasi GK 1 berada di puncak pengunungan dan berdekatan dengan stockpile sehingga dibuatkan jalur drainase yang sama menuju ke 1 settling pond, air pada settling pond tersebut berasal dari catchment area yang merupakan air meteoric melewati pit GK 1 dan beberapa stockpile. Lokasi sampel GK 1 berdasarkan hasil pengeboran ditemukan sampel jenis limonit, saprolite dan bedrock. Gambar 3 memperlihatkan kondisi lokasi GK 1 setelah dilakukan penambangan.



Gambar 3. Kondisi lokasi GK 1

Settling Pond GK 1 (SP 1)

Lokasi sampel GK 1 khususnya pada settling pond 1 (SP 1) berada dekat dengan pemukiman Desa Tobi dengan jarak sekitar ± 50 meter, hal ini menjadi perhatian lebih sebagai adanya potensi pencemaran unsur logam berat yang berasal dari catchment area SP 1. Gambar 4 memperlihatkan kondisi jarak dari SP 1 dan Desa Tobi.



Gambar 4. Kondisi lokasi settling pond GK 1 (SP 1)

SP 1 yang merupakan penampungan catchment area dari pit GK 1 dan beberapa stockpile telah dibuatkan 3 kompartemen untuk menampung air dengan harapan terjadinya pengendapan dan penyaringan unsur-unsur logam berbahaya. Penyaringan yang digunakan pada SP 1 yaitu batuan-batuan boulder dengan ukuran yang beragam pada setiap jalur outlet per kompartemen. Air yang berasal dari SP 1 outlet nya kemudian akan dialirkan ke sungai. Gambar 5 memperlihatkan kondisi SP 1.



Gambar 5. Kondisi kompartemen (SP 1)

Outlet dari SP 1 telah dibuatkan bendungan sebagai pengukuran volume air yang keluar menuju sungai. Hal ini berguna untuk mengontrol arus air yang keluar sehingga tidak terjadi luapan pada drainase menuju sungai. Gambar 6 memperlihatkan kondisi outlet dari SP 1.



Gambar 6 Kondisi Outlet Settling Pond 1

Hasil Analisis Sampel Tanah Metode XRD

Analisis ini dilakukan untuk mengidentifikasi mineral-mineral terkandung sebagai pembawa dari unsur Chromium Hexavalent (Cr^{6+}) menggunakan metode XRD. Analisis ini memberikan hasil yang bervariasi, di dominasi oleh mineral-mineral jenis oksida yaitu (magnetit, gibbsite, spinel), mineral pembawa nikel (lizardite, forsterite, enstatite), mineral pembentuk batuan beku ultrabasa (hornblende) dan mineral lainnya yaitu mineral pengikat umum ditemukan dalam batuan yaitu (Talc), (Gao, 2017). Tabel 2 memperlihatkan kandungan mineral yang ditemukan dalam 3 sampel analisis (GK-1).

Tabel 2. Kandungan mineral yang ditemukan pada analisis XRD

Hasil Analisis XRD			
No	Kode Sampel	Jenis Sampel	Mineral Terkandung
1	GK-1	Limonite	Talc
			Lizardite
			Geothite
		Saprolite	Gibbsite
			Magnetite
			Lizardite
			Hornblende
		Bedrock	Geothite
			Forsterite
			Spinel
			Lizardite
			Forsterite
			Enstatite

Sumber kromium dalam laterit nikel pada zona limonit dijumpai dalam mineral krom - spinel dan goethite yang mengikat krom (Gao, 2017). Zona limonit memiliki komposisi mineral lempung berupa talc, mineral oksida berupa mineral magnetit, spinel dan mineral hidroksida berupa goethite dan gibbsite (Lintjewas, dkk., 2019). Sebagian besar Cr terdapat pada mineral krom - spinel (55 – 75%), sedangkan sisanya terikat pada goethite. Kromium pada lapisan limonit ini berasal dari mineral-mineral goetit dan gibbsite.

Hasil Analisis Sampel Tanah Metode Geokimia AAS

Analisis ini dilakukan untuk mengidentifikasi unsur-unsur terkandung beserta kadarnya. Unsur-unsur penting yang perlu diketahui dalam menganalisis potensi pencemaran logam berat berbahaya Chromium Hexavalent (Cr^{6+}), yaitu unsur Cr^{6+} (krom hexavalent), Ni (nikel), Fe (besi), dan Pb (timbal). Unsur Cr^{6+} (krom hexavalent) merupakan sumber utama pencemaran, unsur Fe, dan Pb merupakan unsur yang kaya di zona limonit yang merupakan zona pengikat krom dan unsur Ni merupakan unsur utama endapan nikel laterit. Analisis ini menggunakan metode AAS (Absorption Spectrophotometry). Tabel 3 memperlihatkan unsur-unsur beserta kadarnya yang ditemukan dalam 3 sampel analisis (GK-1).

Tabel 3. Hasil analisis geokimia metode AAS

Hasil analisis logam berat						
No	Kode Sampel	CR6+ (Kromium Heksavalen)	Ni (Nikel)	Fe (Besi)	Pb (Timbal)	Satuan
1	GK-1 Limonite	27,7	6,202	167,534	<3	mg/Kg - ppm
2	GK-1 Saprolite	34,0	10,253	99,630	3	mg/Kg - ppm
3	GK-1 Bedrock	52,1	2,259	39,685	<3	mg/Kg - ppm

Berdasarkan hasil analisis geokimia untuk mengetahui potensi pembentukan unsur logam berat berbahaya Chromium Hexavalent (Cr^{6+}) pada endapan nikel laterit ditemukan pada sampel 3 sampel sebanyak 27,7 mg/Kg hingga 52,1 mg/Kg kandungan Chromium Hexavalent (Cr^{6+}) pada sampel. Kadar unsur Chromium Hexavalent (Cr^{6+}) yang tinggi dipengaruhi oleh beberapa mineral terkandung yang berperan sebagai pengikat kromium (Hariani, 2009). Kromium merupakan polutan logam berat yang umum dari air tanah. Bentuk keberadaan utama kromium dalam air tanah adalah bilangan oksidasi Cr (III) dan Cr (VI) (Gao, 2017). Kromium yang terikat dalam mineral dapat teroksidasi apabila terekspos oleh air serta oksigen (udara). Proses ini sangat berhubungan dengan proses penambangan laterit yang secara umum menambang bagian permukaan yaitu zona limonit yang menjadi zona awal oksidasi. Mineral pembawa dari unsur Chromium Hexavalent (Cr^{6+}) yaitu goetit, spinel dan forsterite sebagai grup mineral olivine.

Hasil Analisis Sampel Air Metode Fisika dan Kimia

PIT 17 terdiri dari titik pengeboran GK-1 memiliki settling pond yang digunakan sebagai penampungan air limbah dari hasil kegiatan penambangan. Analisis geokimia pada sampel air di settling pond dilakukan secara rutin hasil terbaru yang dapat dilihat yaitu pada Tahun 2025 dengan analisis menggunakan metode AAS dalam satuan kadar mg/L atau sama dengan mg/kg dan ppm.

Hasil analisis geokimia sampel air dilakukan dengan rinci pada Settling Pond 1 yang berada di Dusun Langgikima memiliki catchment area termasuk stockpile dan terdiri dari 1 settling pond yang dinamakan SP 1 Langgikima. Settling pond ini berada dekat dengan pemukiman desa Molore, Tobi, hingga Sarimukti, sehingga dilakukan analisis pada anak sungai Langgikima arus Molore – Tobi dan arus Molore – Sarimukti. Data-data pengujian lengkap dapat dilihat pada lampiran hasil LHU air. Tabel 6 memperlihatkan hasil pengujian analisis geokimia sampel air SP 1 Langgikima yang terdiri dari bagian inlet dan Tabel 4 hasil pengujian bagian outlet.

Tabel 4. Hasil pengujian analisis geokimia sampel air SP 1 Langgikima yang terdiri dari bagian inlet

No	Parameter	Satuan	BM	Hasil
				Agustus 2025
A	FISIKA	-		
1	Total Padatan Tersuspensi (TSS)	mg/L	200	143
B	KIMIA			
1	Derajat Keasaman (pH)	-	6 s/d 9	7,08
2	Besi (Fe)	mg/L	5	0,019
3	Tembaga (Cu)	mg/L	2	0,006
4	Seng (Zn)	mg/L	5	0,050
5	Timbal (Pb)	mg/L	0,1	<0,077
6	Kadmium (Cd)	mg/L	0,05	0,053
7	Nikel (Ni)	mg/L	0,5	0,015
8	Cobalt (Co)	mg/L	0,4	0,054
9	Kromium (Cr)	mg/L	0,5	<0,152
10	Krom val.6 (Cr ⁶⁺)	mg/L	0,1	0,082

Tabel 5. Hasil pengujian analisis geokimia sampel air SP 1 Langgikima yang terdiri dari bagian outlet

No	Parameter	Satuan	BM	Hasil
				Agustus 2025
A	FISIKA	-		
1	Total Padatan Tersuspensi (TSS)	mg/L	200	50
B	KIMIA			
1	Derajat Keasaman (pH)	-	6 s/d 9	7,17
2	Besi (Fe)	mg/L	5	0,043
3	Tembaga (Cu)	mg/L	2	0,008
4	Seng (Zn)	mg/L	5	0,014
5	Timbal (Pb)	mg/L	0,1	<0,007
6	Kadmium (Cd)	mg/L	0,05	0,014
7	Nikel (Ni)	mg/L	0,5	<0,045
8	Cobalt (Co)	mg/L	0,4	<0,054
9	Kromium (Cr)	mg/L	0,5	<0,152
10	Krom val.6 (Cr ⁶⁺)	mg/L	0,1	<0,028

Hasil analisis geokimia sampel air pada settling pond SP-1 Langgikima memperlihatkan hasil pengawasan dalam waktu bulan Agustus 2025 untuk sifat kimia air berdasarkan nilai pH pada SP-1 Langgikima tidak ditemukan adanya penurunan pH atau pH asam. Kandungan padatan tersuspensi pada settling pond juga tidak ditemukan melebihi dari baku mutu, dan pada inlet dan outlet settling pond memiliki perubahan atau penurunan TSS sehingga diketahui jumlah material atau sedimen pada settling pond masih dalam kategori normal atau sesuai dengan baku mutu lingkungan. Hasil yang ditemukan tidak ditemukan tingginya unsur Chromium Hexavalent (Cr⁶⁺), dan tidak melewati batas baku mutu lingkungan yaitu 0,1 mg/L.

Potensi Area Pencemaran

Berdasarkan hasil LHU (laporan hasil uji) sampel tanah dan sampel air PT Konutara Sejati ditemukan adanya mineral-mineral pembawa Cr^{6+} yang bisa menjadi potensi terjadinya pencemaran pada 3 sampel tanah sebanyak 27,7 mg/Kg hingga 52,1 mg/Kg kandungan Chromium Hexavalent (Cr^{6+}). Meskipun nilai pada sampel tanah tersebut dihitung tinggi, tetapi hasil LHU sampel air tidak ditemukan melebihi baku mutu lingkungan dengan hasil yaitu $<0,1 \text{ mg/L Cr}^{6+}$. Sampel tanah yang tinggi unsur Cr^{6+} ini menjadi potensi terbawahnya unsur Cr^{6+} penampungan air limbah pertambangan, sehingga meskipun dari hasil air tidak ditemukan, tetapi potensi tersebut ada, maka perlu dilakukan pengecekan rutin atau pengujian rutin terhadap air limbah pada settling pond sebelum dilepas ke sungai (Okto, 2019).

Rekomendasi Pengolahan Chromium Hexavalent (Cr^{6+})

Sumber kromium utama pada area tambang PT Konutara Sejati adalah mineral spinel seperti kromit yang telah mengalami pelapukan. Keberadaan kromium berkorelasi positif dengan keberadaan nikel. Dalam beberapa sampel ditemukan adanya mineral tersebut menggunakan analisis mineralogi. Potensi pembentukan unsur Chromium Hexavalent (Cr^{6+}) pada limbah cair juga perlu dianalisis untuk mengetahui terjadinya pencemaran, berdasarkan hasil analisis limbah cair di area tambang PT Konutara Sejati tidak ditemukan adanya unsur Chromium Hexavalent (Cr^{6+}) yang melebihi batas baku mutu lingkungan.

Pengolahan kromium heksavalen dapat dilakukan melalui reduksi kromium heksavalen menjadi kromium trivalen yang mempunyai nilai toksisitas yang jauh lebih rendah dengan menggunakan FeSO_4 sebagai reduktor. Dibandingkan dengan Cr(VI) , kromium trivalen (Cr(III)) hampir 100 kali lebih sedikit toksisitasnya dan dapat dengan mudah membentuk endapan (misalnya, Cr(OH)_3) dalam larutan (Nasrullah, 2017). Teknik pengolahan dengan cara reduksi Cr(VI) menjadi bentuk Cr(III) yang tidak toksik dan tidak larut merupakan teknik yang paling efisien.

FeSO_4 digunakan sebagai bahan untuk mereduksi kromium, yaitu FeSO_4 untuk industri yang digunakan oleh PT Konutara Sejati. NaOH Kaustik soda yang digunakan adalah tipe analitik, digunakan untuk meningkatkan pH larutan. Koagulan yang digunakan adalah koagulan tipe aluminium sulfat serta tipe anionic coagulant. Dan Flokulan yang digunakan adalah tipe ionic dan non-ionic flocculant.

Penambahan FeSO_4

Uji pengendapan dilakukan terhadap suatu sampel dengan TSS awal jika telah melebihi batas baku mutu lingkungan sekitar $>200 \text{ ppm}$ sesuai syarat baku mutu lingkungan dan Cr(VI) diatas $0,1 \text{ ppm}$ (Nasrullah, 2017). Sampel dengan penambahan FeSO_4 akan memberikan penurunan yang cukup tajam pada waktu sekitar ± 10 menit khususnya untuk sampel dengan penambahan FeSO_4 sebanyak 10 ppm atau disesuaikan dengan kandungan TSS pada kolam pengendapan.

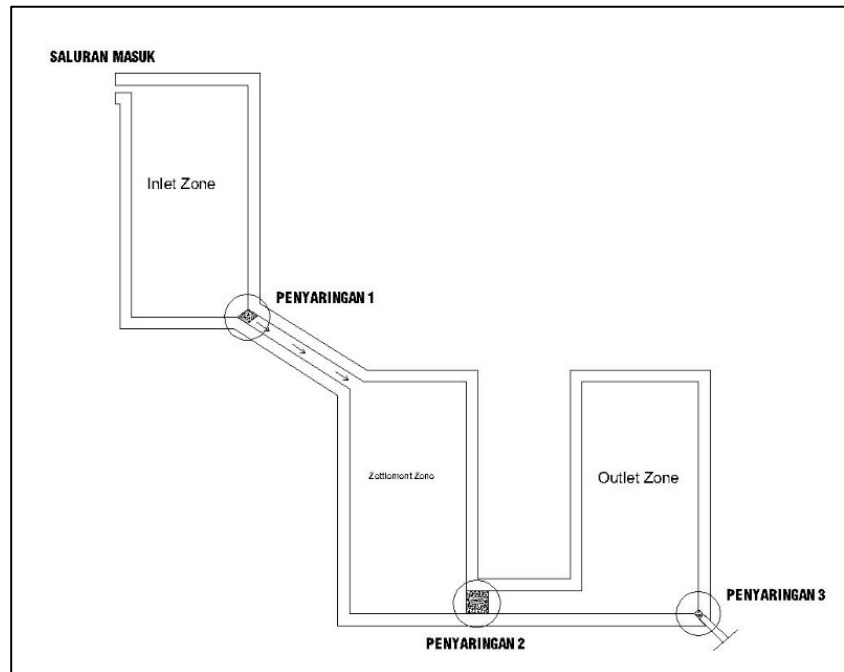
Pengelolaan kromium dengan FeSO_4 sangat erat kaitannya dengan pengelolaan TSS, karena Cr(III) yang terbentuk merupakan partikel yang dikategorikan sebagai TSS. Pengujian pengendapan secara statis dengan bantuan koagulan dan flokulan menunjukkan bahwa penambahan bahan kimia tersebut secara signifikan dapat mempercepat kecepatan pengendapan serta menurunkan konsentrasi TSS final.

Simulasi Pengolahan Menggunakan Settling Pond

Kolam sedimen merupakan kolam yang pengolahannya berfungsi mengendapkan material sedimen, kolam ini terletak di dekat kolam pengendapan (Kandora, 2024). Air yang



dialirkan ke kolam pengendapan terlebih dahulu masuk ke dalam kolam sedimen untuk mengendapkan sedimen yang ikut terbawa. Gambar 7 memperlihatkan simulasi alur dari kolam pengendapan.



Gambar 7. Simulasi alur dari kolam pengendapan

Pada gambar diatas merupakan gambaran tentang kolam pengendapan yang dirancang berbentuk zig-zag yang dibuat terdiri atas 3 zona yaitu:

1. Zona Masukan (inlet zone) Zona ini berfungsi sebagai tempat masuknya air yang bercampur dengan padatan dalam bentuk lumpur pengendapan ke kolam pengendapan yang bersumber dari kegiatan penambangan.
2. Zona Endapan Lumpur (settlement zone) Zona ini merupakan tempat material padatan yang bercampur bersama akan mengalami sedimentasi. Zona ini dilakukan pengujian dan penyaringan untuk mengontrol hasil uji air yang berkualitas berdasarkan baku mutu lingkungan
3. Zona Keluaran (outlet zone) Zona ini merupakan tempat keluaran air yang diharapkan hampir jernih.

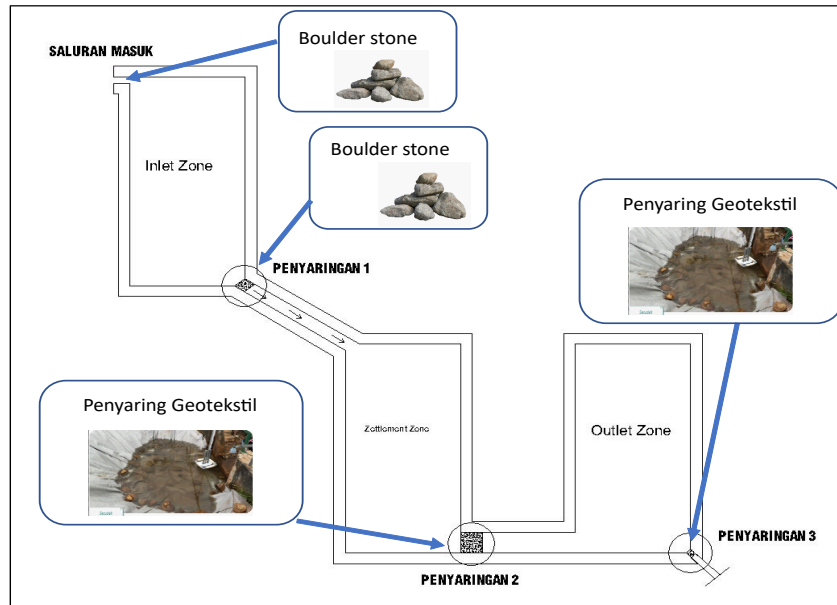
Saringan pada Kompartemen

Setiap kompartemen memiliki aliran outlet menuju ke kompartemen lainnya. pada settling pond PT Konutara Sejati memiliki 3 kompartemen dan direkomendasikan juga dapat membuat 3 kompartemen terdiri dari, zona pengendapan, zona treatment dan zona outlet. Masing-masing kompartemen wajib memiliki saringan menuju ke kompartemen lainnya. Hal ini, berguna sebagai penyaringan bahan-bahan organic dan non organic hingga unsur-unsur logam berat yang terbawah. Rekomendasi penyaringan yang dapat digunakan yaitu:

1. Menggunakan boulders stone, yaitu batuan-batuan besar sebagai penyaring awal berguna untuk dapat mengendapkan sedimen-sedimen
2. Menggunakan aplikasi geotekstil, adalah material lembaran yang dibuat dari bahan tekstil polymeric, bersifat lolos air, yang dapat berbentuk bahan nir-anyam (nonwoven), rajutan atau anyaman (woven) yang digunakan dalam kontak dengan tanah/batu dan



atau material geoteknik yang lain di dalam aplikasi teknik sipil (Fathurrozi, 2022). Gambar 8 memperlihatkan visualisasi penggunaan saringan pada tiap kompartemen.



Gambar 8. Visualisasi penggunaan saringan pada tiap kompartemen

KESIMPULAN

Logam kromium jika tidak di treatment dengan baik maka akan menimbulkan kerugian bagi lingkungan tanah, udara, dan terutama lingkungan air yang sangat vital bagi kehidupan manusia apabila tidak dikendalikan dengan baik. Air yang mengandung ion krom (III) akan menimbulkan masalah karena ion logam ini dapat berubah menjadi ion krom yang bervalensi enam (heksavalen) yang bersifat toksik (racun), karena jika terakumulasi dalam tubuh dapat menyebabkan kanker dan perubahan genetik. Hal ini dapat terjadi karena krom dapat merusak sel-sel di dalam tubuh.

Berdasarkan potensinya di PT Konutara Sejati untuk sampel batuan ditemukan berpotensi pada sampel endapan nikel laterit, hal ini dikarenakan endapan laterit memiliki mineral-mineral oksida yang menjadi pembawa dari (Cr^{6+}) yaitu goetit dan spinel dengan kadar yang cukup tinggi ditemukan pada semua sampel (6 sampel). Air limbah yang ada di settling pond PT Konutara Sejati yaitu SP 1 dan SP 2 tidak ditemukan tingginya (Cr^{6+}) yang melebihi batas baku mutu lingkungan yaitu 0,1 mg/L, dan nilai pH yang normal berkisar 7 sampai 8, serta nilai TSS yang sesuai baku mutu lingkungan yaitu 200 mg/L. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi pencemaran limbah khususnya Chromium Hexavalent (Cr^{6+}) di PT Konutara Sejati.

Meskipun telah dibuktikan tidak terjadi pencemaran, tetapi dalam memaksimalkan kegiatan penambangannya, PT Konutara Sejati wajib secara rutin melakukan kegiatan pengawasan, pengendalian dan tindakan konstruktif dengan menerapkan standar baku mutu terhadap kualitas bahan galian dan limbah cair terhadap kegiatan penambangan yang mengandung logam berat, kegiatan ini harus dilakukan untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan kedepannya, kerugian materil dan timbulnya dampak kesehatan bagi masyarakat sekitar.

Sehingga PT Konutara Sejati wajib selalu melakukan analisis terhadap limbah cair yang dihasilkan PT Konutara Sejati seperti yang telah dirincikan berdasarkan rekomendasi pengolahan yang bertujuan memastikan diterapkannya ketentuan standar baku mutu lingkungan dengan menggunakan metode pengukuran dan analisis parameter yang sesuai dengan permasalahan di lapangan.

PUSTAKA

- Aprilia, W. P. (2021). Analisis Logam Berat Dalam Sedimen Berdasarkan Geoaccumulation Index (Ige) Di Sungai Winongo (Universitas Islam Indonesia).
- Eisa, Sogsi, Javad, Parmah, 2015. Analysis and assessmend of nickel and chromium pollution in soils around Baghejar Chromium Mine of Sabzevar Ophiolite Belt, Northeastern Iran, *Journal Trans Nonferrous Met Soc. China*, Vol. 25 : 2380–2387
- ESDM, D. (2018). Laporan Gubernur Terhadap Kegiatan Pertambangan di Provinsi Sulawesi Tenggara, Triwulan I. Dinas Energi Dan Sumber Daya Mineral Propinsi Sulawesi Tenggara
- Fahrullah, M., Kandora, T.A.H. and Ervina, E., 2024. The Management Strategy Of Acid Mine Water Potential At Pt Pasir Walannae Bone District South Sulawesi. *Jurnal Aplikasi Manajemen & Kewirausahaan MASSARO*, 6(2), pp.101-109.
- Gao, Yanjiao, Rui Liu. 2017. "Removal of Cr(VI) from groundwater by Fe(0)." *Applied Water Science* 7:3625–3631
- Hariani, P.L., Hidayati, N. and Oktaria, M., 2009. Penurunan konsentrasi Cr (VI) dalam air dengan koagulan FeSO₄. *Jurnal Penelitian Sains*, 12(2).
- Kandora, TAHS., 2024., "Dampak Penambangan Bijih Besi Terhadap Kualitas Airtanah Daerah Tanjung Kabupaten Bone Sulawesi Selatan" *Web Themes & Templates. JTP*, Vol : 24, No : 2.
- Kaprara, Efthimia, Fani Pinakidou, Eleni C. Paloura, Anastasios I. Zouboulis, Manassis Mitrakas. 2018. "Continuous flow process of Cr(VI) removal from 73 drinking water through reduction onto FeOOH by inorganic sulfur reductants." *Water Science & Technology: Water Supply* 18.2:737-744.
- Lintjewas, L, Yuniati, M.D., Wawuru, F.C.M.P., Mursito, A.T., Setiawan, I. and Lintjewas, L., 2019. The Characteristics of Padamarang Magnesite under Calcination and Hydrothermal Treatment. *RISET Geologi dan Pertambangan*, 29(2), pp.153-162.
- Marzuki, I., 2018. ANALISISCHROMIUM HEXAVALENT DAN NIKELTERLARUTDALAM LIMBAH CAIR AREA PERTAMBANGANPT VALE Tbk, SOROAKO-INDONESIA.
- Nasrullah, N., Taklim, M. K., Nurjannah, N., & Wiyani, L. (2017). Upaya Penurunan Krom Heksavalen pada Air Tambang Nikel dengan Menggunakan Reduktor Ferro Sulfat. *Journal of Chemical Process Engineering*, 2(2), 45–51.
- Okto, A., Ngkoimani, L. O., Asfar, S., Asfar, S., Jahiddin, & Mili, M. Z. (2019). Analisis pengaruh aktivitas pertambangan terhadap kualitas air tanah di Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Geologi Terapan*, 1(1), 43–52.
- Song, Xiaoming, Yuewen Zhang, Nan Cao, Dong Sun, Zhipeng Zhang, Yunlong Wang, Yujuan Wen, Yuesuo Yang, Tao Lyu. 2021. "Sustainable Chromium (VI) Removal from Contaminated Groundwater Using Nano- MagnetiteModified Biochar via Rapid Microwave Synthesis." *Molecules* 2021 26, 103:1- 13.
- Zhong, Delai, Yanrong Zhang, Linling Wang, JingChen, Yi Jiang, Daniel C. W. Tsang, ZezhouZhao, Shupeng Ren, Zhenhua Liu, John C.Crittenden. 2018. "Mechanistic insights into adsorption and reduction of hexavalent chromium from water using magnetic biochar composite: Key roles of Fe₃O₄ and persistent free radicals." *Environmental Pollution* 243:1302-1309