

Pemanfaatan Air Sungai Punan Untuk Masyarakat Sekitar Tambang, Kecamatan Gunung Tabur, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur

Wahyu Sugiarto^{1,2}, T. Listyani R.A.^{2,*}

¹ Program Studi Magister Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

² PT. Artha Tunggal Mandiri (subsidiary PT. Ithaca Resources)

Korespondensi : lis@itny.ac.id.

ABSTRAK

Kabupaten Berau merupakan salah satu daerah sebagai Wilayah Izin Usaha Pertambangan sehingga dapat mempengaruhi kualitas air sungai. Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk hajat hidup orang banyak dan bahkan oleh semua makhluk hidup. Air sungai sangat bermanfaat terutama untuk masyarakat di wilayah pemukiman. Peran sungai memberikan sumber kehidupan bagi manusia, seperti pemanfaatan air dan kesuburan tanah disekitarnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai parameter fisik, kimia dan mikrobiologi air *intake* Sungai Punan, air bersih (*Water Treatment Plant*) dan air minum (*Reverse Osmosis*) di lokasi penelitian. Metode penelitian yang dilakukan yaitu pengambilan sampel air *intake* Sungai Punan, air bersih untuk keperluan higiene sanitasi (*Water Treatment Plant*) dan air minum (*Reverse Osmosis*). Nilai rerata pH air *intake* Sungai Punan 7,8 dan air bersih 7,5 serta air minum 7,1. Nilai rerata kekeruhan air bersih 14 NTU dan air minum < 0,01 NTU. Seluruh parameter fisik, kimia dan biologi pada air *intake* Sungai Punan, air bersih dan air minum berada pada nilai baku mutu yang dipersyaratkan. Proses *Water Treatment Plant* dan *Reverse Osmosis* dapat meniadakan bakteri *Coliform* dan *E.Coli*.

Kata kunci: Air sungai, Kabupaten Berau, pertambangan

ABSTRACT

Berau Regency is one of the areas with Mining Business Permit Areas so it can affect river water quality. Water is a natural resource that is necessary for the livelihoods of many people and even all living creatures. River water is very useful, especially for people in residential areas. The role of rivers is to provide a source of life for humans, such as the use of water and the fertility of the surrounding land. The aim of this research is to determine the physical, chemical and microbiological parameter values of the Punan River intake water, clean water (Water Treatment Plant) and drinking water (Reverse Osmosis) at the research location. The research method used was sampling the Punan River intake water, clean water for sanitation hygiene purposes (Water Treatment Plant) and drinking water (Reverse Osmosis). The average pH value of the Punan River intake water is 7.8 and clean water is 7.5 and drinking water is 7.1. The average turbidity of clean water is 14 NTU and drinking water is <0.01 NTU. All physical, chemical and biological parameters in the Punan River intake water, clean water and drinking water are at the required quality standard values. The Water Treatment Plant and Reverse Osmosis processes can eliminate Coliform and E.Coli bacteria.

Keyword: River water, Berau Regency, mining

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk hajat hidup orang banyak dan bahkan oleh semua makhluk hidup. Sehubungan hal tersebut maka sumber daya air harus dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta makhluk hidup yang lain. Air yang terdapat di alam berbentuk cair, tetapi dapat berubah dalam bentuk padat (es), salju dan uap yang terkumpul di atmosfer. Air tidak statis tetapi selalu mengalami perpindahan. Air menguap dari laut, danau, sungai, tanah dan tumbuh-tumbuhan akibat panas matahari. Kemudian akibat proses alam air yang dalam bentuk uap berubah menjadi hujan, yang kemudian sebagian menyusup ke dalam tanah (infiltrasi), sebagian menguap (evaporasi) dan sebagian lagi mengalir di atas permukaan tanah (*run off*). Air permukaan ini mengalir ke sungai, danau, laut, kemudian menguap lagi dan seterusnya berputar yang disebut siklus hidrologi [1]. Proses yang terjadi pada siklus hidrologi adalah evaporasi (penguapan), transpirasi, sublimasi, kondensasi, presipitasi (pembentukan hujan), dan limpasan (Listiyani, 2022) [2]. Air merupakan kebutuhan utama bagi manusia untuk keperluan sehari-hari, seperti mandi, minum, memasak, mencuci pakaian, mencuci kendaraan, menyiram tanaman, dan kegiatan peribadatan. Air sungai mempunyai peranan sangat besar bagi perkembangan peradaban manusia [3]. Peran

sungai telah memberikan sumber kehidupan bagi manusia, seperti pemanfaatan air dan kesuburan tanah disekitarnya. Namun demikian, air dapat menjadi malapetaka bilamana tidak tersedia dalam kondisi yang benar, baik kualitas maupun kuantitasnya.

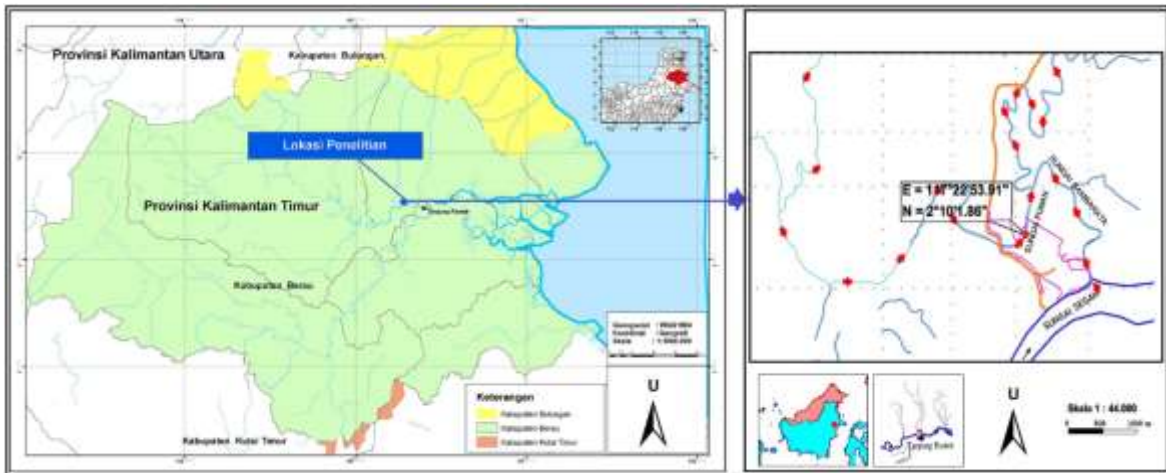
Menurut Harto (1993) air hujan merupakan komponen masukan yang paling penting dalam proses analisis hidrologi karena kedalaman curah hujan (*rainfall depth*) yang turun dalam suatu DAS akan dialihragamkan menjadi aliran di sungai, baik melalui limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran antara (*interflow, sub-surface runoff*), maupun sebagai aliran air tanah (*groundwater flow*) [4]. Hujan merupakan faktor utama penyebab besarnya debit sungai adalah hujan. Intensitas hujan berubah dengan lama waktu hujannya. Semakin lama waktu hujannya, semakin berkurang deras rata-rata hujannya. Hubungan antara deras rata-rata hujan dan lama waktu berlangsungnya hujan untuk berbagai tempat tidak sama dan harus ditentukan sendiri berdasarkan pengamatan dalam jangka waktu tertentu. Dengan kata lain, data curah hujan dapat digunakan untuk mengetahui nilai debit sungai, disamping menggunakan data pengaliran sungai [5]. Menurut Martopo (1994), daerah Aliran Sungai merupakan daerah yang dibatasi oleh topografi pemisah air yang terkeringkan oleh sungai atau sistem saling berhubungan sedemikian rupa sehingga semua aliran sungai yang jatuh di dalam akan keluar dari saluran lepas tunggal dari wilayah tersebut [6]. Menurut Notohadiprawiro (1985) Daerah Aliran Sungai merupakan keseluruhan kawasan pengumpul suatu sistem tunggal, sehingga dapat disamakan dengan *cacthment area* [7].

Sesuai dengan Undang Undang Sumber Daya Air No.17 tahun 2019 salah satu pemanfaatan air dari sumbernya adalah untuk memenuhi kepentingan industri dan yang lainnya setelah kebutuhan untuk masyarakat terpenuhi [8]. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 menyatakan bahwa air untuk keperluan higiene sanitasi digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, pakaian dan air baku air minum [9]. Air untuk keperluan higiene sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum. Berdasarkan riset Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air Kementerian Pekerjaan Umum (2019) disampaikan bahwa sumber daya air di Indonesia sebanyak 2.530 km³ dan berada diperingkat ke 5 dunia [10]. Kualitas air khususnya yang berasal dari air sungai sudah semakin menurun karena berbagai faktor yang umumnya disebabkan oleh aktivitas manusia. Pengelolaan limbah industri yang tidak peduli lingkungan, pembuangan limbah rumah tangga dan kegiatan lain memperburuk kualitas air sungai. Kondisi sungai di Indonesia sebanyak 60% tercemar oleh bahan organik, bakteri *coliform* dan *fecal coli* sebagai penyebab diare [11]. Kandungan mineral yang terbawa mengikuti aliran air pada jalur rekahan atau kekar lambat laun akan terkumpul di zona air sudah tidak dapat turun lagi dan tidak dapat menembus batuan dasar (*bedrock*) [12].

Penyediaan air bersih bagi kesejahteraan masyarakat sangat diperlukan dan selayaknya ditingkatkan, mengingat pertumbuhan penduduk yang terus meningkat. Air bersih adalah air yang memenuhi syarat untuk sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak (Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990) [13]. Secara umum kualitas air menunjukkan mutu air pada kondisi atau kegiatan tertentu. Setiap kondisi mempunyai kualitas air yang berbeda, sebagai contoh kualitas air untuk keperluan industri pertanian berbeda dengan kualitas air untuk keperluan air minum. Air bersih menjadi salah satu barang yang bernilai ekonomis, hal ini dikarenakan tidak mudah untuk mendapatkan air bersih. Menurut World Health Organization (WHO) di negara maju kebutuhan air setiap orang berkisar antara 60 liter hingga 120 liter per hari [14]. Di Indonesia ketersediaan air tersebut tidak merata. Menurut sumber dari Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (2020) bahwa ketersediaan air permukaan di Pulau Kalimantan sebesar 28,5% (terbesar di Indonesia), Pulau Jawa 6,3%, terkecil setelah Bali dan Nusa Tenggara 1,3% dan Maluku 2,9% [15]. Berdasarkan data LIPI (2012) di tingkat Asia Tenggara, Indonesia memiliki peringkat terburuk dalam pelayanan ketersediaan air bersih dan layak konsumsi [16].

Tata guna lahan merupakan bagian penting terhadap pengaruh kualitas air sungai. Adanya kemampuan daya tampung air sungai secara alamiah terhadap pencemaran perlu dipertahankan untuk meminimalkan terjadinya penurunan kualitas air sungai [Dedy Anwar Saleh Pohan, 2016] [17]. Runtuhnya material batuan ke permukaan dan mengisi rongga-rongga material yang berada di bawahnya selanjutnya masuk ke sungai dapat berpengaruh terhadap kualitas air sungai [18]. Pencampuran material berbutir halus dengan air disebut *met wuck* [19]. Berdasarkan geologi regional daerah penelitian masuk dalam penyebaran Formasi Sinjin (Tps). Formasi Sinjin tersusun oleh perselingan tuff, aglomerat, lapili, lava andesit piroksen, tuff terkersikan, batulempung tufan dan kaolin, mengandung lignit, kuarsa, felspar dan mineral [20]. Daerah penelitian secara geologi berada pada Sub Cekungan Berau yang merupakan bagian dari Cekungan Tarakan [21]. Di bagian Utara daerah penelitian terdapat 2 lokasi Izin Usaha Pertambangan batubara, yaitu PT. Nusantara Berau Coal dan PT. Artha Tunggal Mandiri yang berada di Kecamatan Gunung Tabur, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur (Gambar 1). Seiring dengan kegiatan pertambangan di daerah sekitar penelitian, kebutuhan

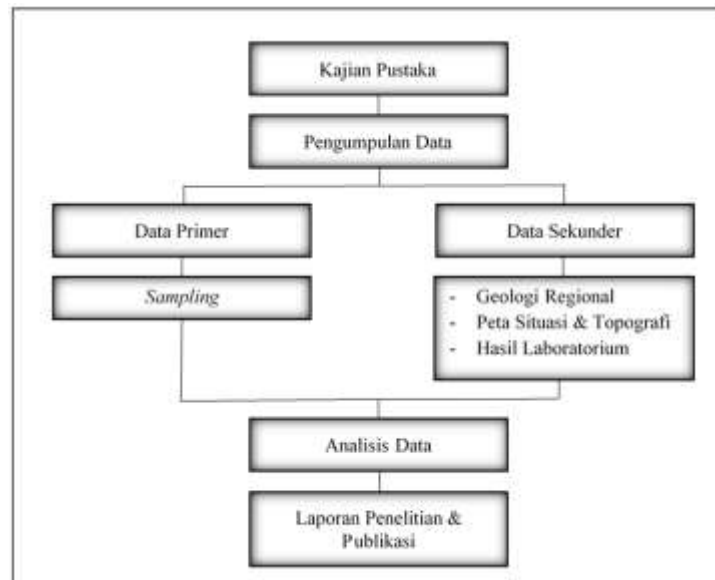
air bersih untuk masyarakat sekitar tambang tetap harus terpenuhi. Sungai Punan merupakan salah satu sungai yang dekat dengan pemukiman masyarakat sekitar tambang di Kecamatan Gunung Tabur, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. Air yang melalui Sungai Punan (orde 3) tidak hanya berasal dari air limpasan hujan, melainkan juga berasal dari pasang surut dari Sungai Sambarata (orde 2). Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur Nomor 2 Tahun 2011 pada Lampiran VI bahwa Sungai Punan masuk Kelas Air II yang merupakan cabang dari Sungai Sambarata. Sungai Sambarata merupakan cabang dari Sungai Segah (Kelas Air I). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai parameter fisik, kimia dan mikrobiologi air intake Sungai Punan, air bersih (*Water Treatment Plant*) dan air minum (*Reverse Osmosis*).



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan berupa pengambilan sampel air intake Sungai Punan, air bersih untuk keperluan higiene sanitasi (*Water Treatment Plant*) dan air minum (*Reverse Osmosis*). Pada sampel air di masing-masing lokasi selanjutnya dilakukan analisis kualitas air. Bagan alir metode penelitian seperti pada Gambar 2. Parameter analisis laboratorium yang digunakan adalah parameter fisik, kimiawi dan mikrobiologi.



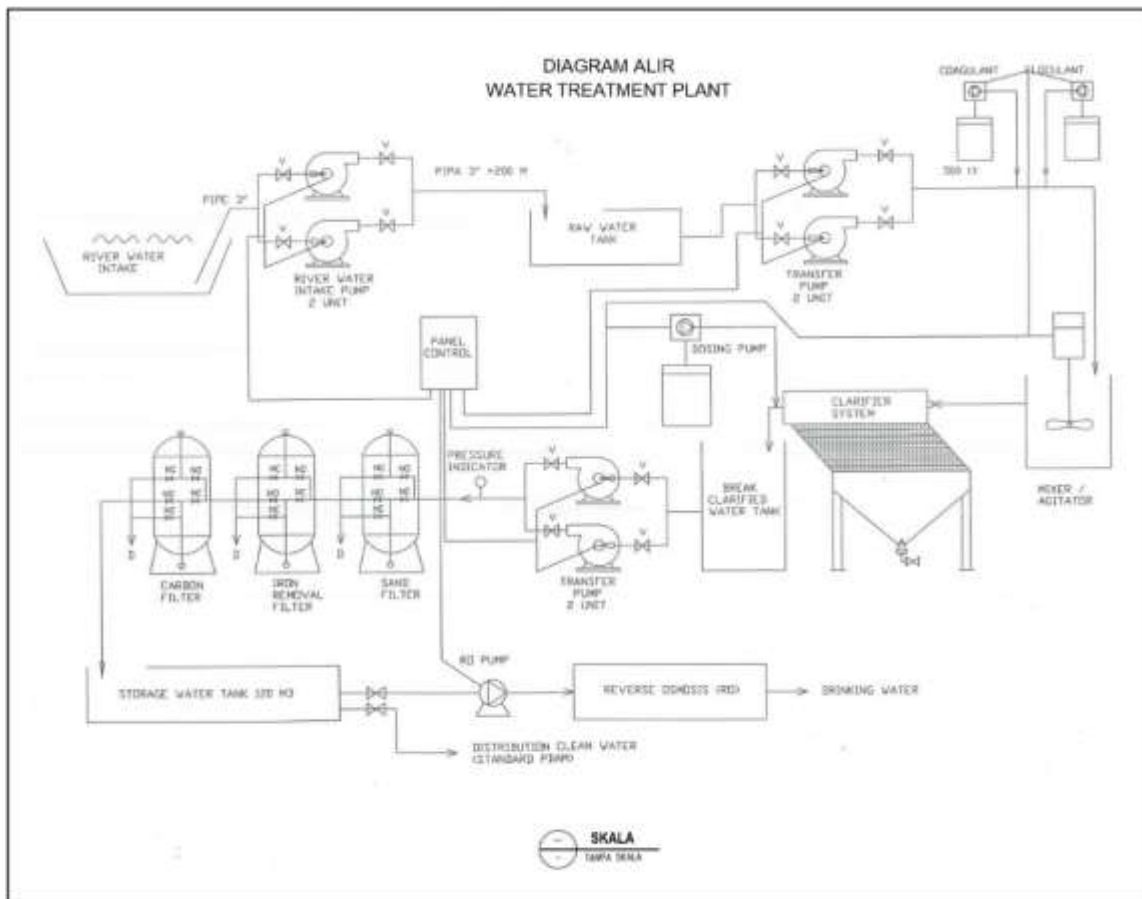
Gambar 2. Diagram alir metode penelitian di daerah penelitian

Nilai parameter baku air intake Sungai Punan berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur Nomor 2 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Nilai parameter baku air bersih untuk keperluan higiene sanitasi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017. Nilai parameter kualitas air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/Menkes/IV/2010.



Diagram alir proses pengolahan air bersih (*Water Treatment Plant*) dan layak konsumsi (air minum) melalui proses *Reverse Osmosis* untuk masyarakat sekitar tambang seperti pada Gambar 3. Cara kerja pengambilan air *intake* di Sungai Punan untuk keperluan higiene sanitasi (air bersih) yaitu (1) dilakukan dengan menggunakan 2 unit pompa yang bekerja secara otomatis bergantian yang berada di pinggir Sungai Punan, (2) Air yang dipompa dari Sungai Punan sebelum masuk ke bak penampung *Water Tank Fiber* yang berkapasitas 10 m³ (2,5 m x 2 m x 2 m) terlebih dahulu melewati flowmeter, (3) air yang berada di bak penampung 10 m³ selanjutnya dialirkan ke bak pengendapan *Water Treatment Plant* dengan menggunakan pencampuran *Soda Ash*, *Poly Aluminum Chlorite* (PAC) dan Kaporit, (4) hasil dari pengolahan air di *Water Treatment Plant* (WTP) ditampung ke dalam 2 (dua) unit Profile Tank berkapasitas masing-masing 2200 L, (5) selanjutnya dipompa masuk ke dalam *Sand Filter*, *Iron Removal Filter*, dan *Carbon Filter*, (6) air yang keluar dari ketiga filter yang sudah merupakan air bersih dialirkan ke bak penampung utama *Water Tank Fiber* berkapasitas 120 m³ (8 m x 5 m x 3 m), dan (7) disalurkan ke bak penampung untuk keperluan penggunaan air bersih.

Cara kerja mendapatkan air layak konsumsi (air minum) berasal dari *Water Treatment Plant* selanjutnya diproses melalui *Reverse Osmosis* (RO) yang sesuai dengan standar baku mutu air minum (Gambar 4).



Gambar 3. Diagram alir pengolahan air bersih dan layak konsumsi
 Sumber: PT. Nusantara Berau Coal, 2011 [22]



Gambar 4. Instalasi Pengolahan Air Minum *Reverse Osmosis*
Sumber: PT. Nusantara Berau Coal, 2011 [22]

HASIL DAN ANALISIS

Pengambilan 3 (tiga) sampel air di daerah penelitian berasal dari air *intake* Sungai Punan, air keperluan higiene sanitasi (air bersih) di *Water Treatment Plant*, dan air minum melalui proses *Reverse Osmosis*.

Kualitas Air Intake Sungai Punan

Hasil laboratorium rerata kualitas air *intake* di Sungai Punan seperti pada Tabel 1 memperlihatkan semua nilai parameter berada di bawah nilai maksimum standar baku mutu sesuai Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur Nomor 2 Tahun 2011.

Tabel 1. Kualitas rerata air *intake* di Sungai Punan daerah penelitian

No	Parameter	Satuan	Hasil Rerata	Standar Baku Mutu (Nilai Maksimum)
A Fisika				
1	Warna	PtCo	44,2	180
2	Residu terlarut (TDS)	mg/l	256	1000
3	Residu tersuspensi (TSS)	NTU	2	25
4	Suhu Sampel	°C	32,2	± 3 ⁰ C
	Udara Lingkungan		33,0	
B Kimia An - Organik				
1	pH	-	7,8	6 - 9
2	<i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD)	mg/l	2,61	3
3	<i>Biochemical Oxygen Demand</i> (COD)	mg/l	15,1	25
4	<i>Dissolved Oxygen</i> (DO) / <i>Oxygen Demand</i>	mg/l	7,61	Minimal 4
5	Nitrit (NO ₂ -N)	mg/l	0,014	0,06
6	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	1,83	10
7	Arsen (As)	mg/l	<0,001	0,05
8	Selenium (Se)	mg/l	<0,001	0,05
9	Kadmium (Cd)	mg/l	<0,001	0,01



ISSN: 1907-5995

10	Krom (Cr VI)	mg/l	0,002	0,05
11	Besi (Fe)	mg/l	0,3	0,3
12	Timbal (Pb)	mg/l	0,005	0,03
13	Mangan (Mn)	mg/l	0,0020	0,1
14	Air Raksa (Hg)	mg/l	<0,0001	0,002
15	Seng (Zn)	mg/l	0,002	0,05
16	Klorida (Cl ⁻)	mg/l	<0,001	600
17	Sianida (CN)	mg/l	<0,007	0,02
18	Flourida (F)	mg/l	0,27	1,5
19	Sulfat (SO ₄)	mg/l	14,4	400
20	Kesadahan Total (CaCO ₃)	mg/l	72	75
C Biologi				
1	Total Koliform	CFU/100m 1	220	5000
2	E.Coli	CFU/100m 1	520	1000

Sumber: PT. Artha Tunggal Mandiri, 2023 [23]

Kualitas Air Bersih

Nilai rerata kualitas air bersih untuk keperluan higiene sanitasi di *Water Treatment Plant* di daerah penelitian seperti pada Tabel 2 di bawah ini memperlihatkan semua nilai parameter berada di bawah nilai maksimum standar baku mutu sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017.

Tabel 2. Kualitas rerata air bersih di *Water Treatment Plant*

No	Parameter	Satuan	Hasil Rerata	Standar Baku Mutu (Nilai Maksimum)
A FISIKA				
1	Kekeruhan	NTU	4,15	25
2	Warna	TCU	19,2	50
3	Residu Terlarut TDS	mg/L	158	1000
4	Suhu	°C	29,7	± 3°C
	Sampel Udara Lingkungan		30,4	
5	Rasa	-	Tidak Berasa	Tidak Berasa
6	Bau	-	Tidak Berbau	Tidak Berbau
B KIMIA An - Organik				
1	pH	-	7,5	6 - 9
2	Besi (Fe)	mg/L	<0,001	1
3	Flourida (F)	mg/L	0,056	1,5
4	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	58,4	500
5	Mangan (Mn)	mg/L	<0,001	0,5
6	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/L	1,08	10
7	Nitrit (NO ₂ -N)	mg/L	<0,001	1
8	Sianida (CN)	mg/L	<0,007	0,1
9	Deterjen (MBAS)	mg/L	0,029	0,05
10	Pestisida Total	mg/L	<0,006	0,1
C BIOLOGI				
1	Total <i>Coliform</i>	CFU/100m 1	0	50

2	<i>E. Coli</i>	CFU/100m 1	0	0
---	----------------	---------------	---	---

Sumber: PT. Artha Tunggal Mandiri, 2023 [23]

Kualitas Air Minum

Hasil rerata kualitas air minum melalui proses *Reverse Osmosis* untuk konsumsi warga yang berada di sekitar lokasi tambang seperti pada Tabel 3 memperlihatkan semua nilai parameter berada di bawah nilai maksimum standar baku mutu sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/Menkes/IV/2010.

Tabel 3. Kualitas rerata air minum melalui proses *Reverse Osmosis* daerah penelitian

No	Parameter	Satuan	Hasil Rerata	Standar Baku Mutu (Nilai Maksimum)
A Fisika				
1	Kekeruhan	NTU	<0,01	5
2	Warna	TCU	6,73	15
3	Residu Terlarut TDS	mg/l	12	500
4	Suhu	°C	31,9	± 3°C
	Sampel Udara Lingkungan		32,5	
5	Rasa	-	Tidak Berasa	Tidak Berasa
6	Bau	-	Tidak Berbau	Tidak Berbau
B Kimia An-Organik				
1	pH	-	7,1	6,5 - 8,5
2	Arsen (As)	mg/l	<0,001	0,05
3	Flourida (F)	mg/l	<0,001	1,5
4	Total Kromium (Cr)	mg/l	<0,001	0,05
5	Kadmium (Cd)	mg/l	<0,0006	0,005
6	Nitrit (NO ₂ -N)	mg/l	<0,001	1
7	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	1,26	10
8	Sianida (CN)	mg/l	<0,007	0,1
9	Selenium (Se)	mg/l	<0,001	0,01
10	Aluminium (Al)	mg/l	0,126	0,2
11	Besi (Fe)	mg/l	<0,001	0,3
12	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	7,33	500
13	Klorida (Cl)	mg/l	133	250
14	Mangan (Mn)	mg/l	0,001	0,4
15	Seng (Zn)	mg/l	0,019	3
16	Sulfat (SO ₄)	mg/l	0,926	250
17	Tembaga (Cu)	mg/l	0,002	2
C Biologi				
1	Total <i>Coliform</i>	CFU/100m 1	0	0
2	<i>E. Coli</i>	CFU/100m 1	0	0

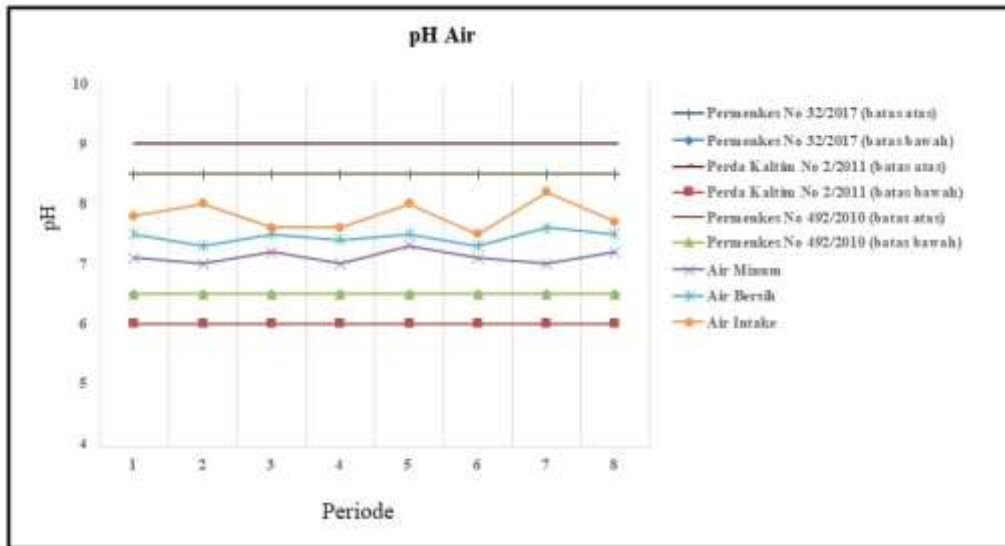
Sumber: PT. Artha Tunggal Mandiri, 2023 [23]

Analisis pH dan Kekeruhan

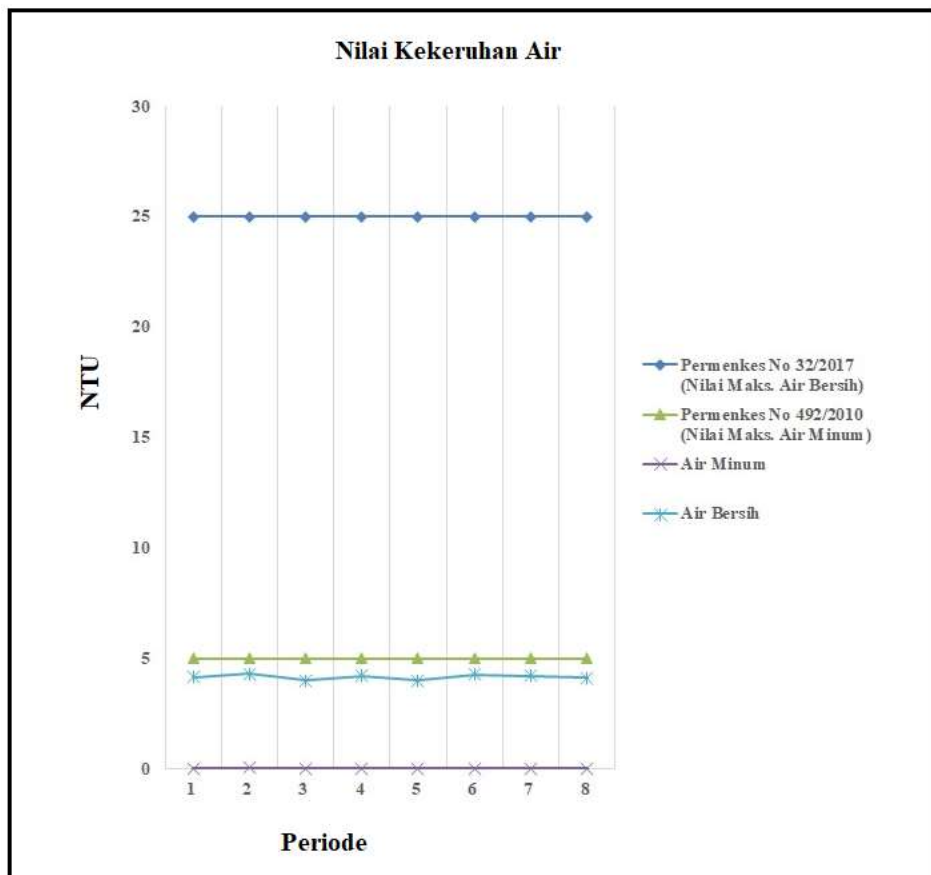
Seluruh nilai parameter fisik, kimia dan biologi pada air *intake* Sungai Punan, air bersih dan air minum berada pada nilai baku mutu yang dipersyaratkan sesuai peraturan. Pada Gambar 5 memperlihatkan nilai pH dalam pengukuran selama 8 bulan pada air *intake* Sungai Punan, air bersih dan air minum di daerah penelitian.



Melalui kedua sistem proses air tersebut juga dapat menjaga kejernihan air bersih dan air minum sesuai nilai baku mutu (Gambar 6).



Gambar 5. Nilai pH air intake Sungai Punan, air bersih dan air minum daerah penelitian



Gambar 5. Nilai kekeruhan air bersih dan air minum daerah penelitian

KESIMPULAN

Pengolahan air bersumber dari Sungai Punan melalui proses *Water Treatment Plant* dan *Reverse Osmosis* menjadi air bersih untuk keperluan higiene sanitasi dan air minum sesuai baku mutu yang disyaratkan. Hal ini menunjukkan bahwa walaupun adanya kegiatan penambangan di Utara lokasi penelitian, air yang

berasal dari wilayah pertambangan mengalir ke lokasi *intake* memperlihatkan kualitas air khususnya pH dan kekeruhan air berada pada nilai baku mutu. Parameter lainnya juga baik sesuai baku mutu air yang dipersyaratkan berdasarkan peraturan pemerintah. Proses *Water Treatment Plant* dan *Reverse Osmosis* dapat meniadakan bakteri *Coliform* dan *E.Coli*. Warga sekitar lokasi tambang batubara pemanfaatan sumber daya air dari PT. Artha Tunggal Mandiri sebagai air untuk keperluan higiene sanitasi (air bersih) dan air minum.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada PT. Artha Tunggal Mandiri (*subsidiary* PT. Ithaca Resources), khususnya Muljono, Eko Sri Murtanto dan Sukatno selaku *site management*. Ferdi Seleng, Rajab Ismail dan Thiting selaku pengawas dan pelaksana di *Water Treatment Plant & Reverse Osmosis System*. Tak lupa pula penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan masukan dan kritikan terhadap makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hartini E. Hidrologi dan Hidrolika Terapan. Fakultas Kesehatan, Program Studi Kesehatan Lingkungan, Universitas Dian Nuswantoro Semarang. 2017; 1-90.
- [2] Listyani RA. Pengantar Hidrogeologi. Yogyakarta: Budi Utama. 2022; 14-15.
- [3] Lopian AB. Sungai Sebagai Peradaban. Prosiding Seminar Perubahan DAS Brantas Dalam Perspektif Sejarah. Direktorat Geografi Sejarah, Direktorat Jenderal Sejarah dan Purbakala. 2008: 1-13.
- [4] Azwara, Meiliandab E, Masimin. Kajian Pola Curah Hujan Durasi Panjang Terkait Dengan Waktu Kejadian Banjir Di Kabupaten Aceh Utara. Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan. 2021; 4(1): 39-48.
- [5] Talib W, Kasim. Analisis Debit Banjir Sungai Melupo Dengan Metode HSS GAMA 1. Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi. 2019; 7(2): 172-180.
- [6] Sudaryono. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Das) Terpadu, Konsep Pembangunan Berkelanjutan, Jurnal Teknologi Lingkungan, 2002; 3(2): 153-158.
- [7] Kalbuardhi R, Suwarno D. Analisis Ketersediaan Air Waduk Jatiluhur Sebagai Dasar Penerapan Pola Operasi Pembangkit Listrik Tenaga Air (Studi Kasus: PLTA Waduk Jatiluhur Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat). G-SMART Jurnal Teknik Sipil Unika Soegijapranata Semarang. 2018; 2(2): 51-61.
- [8] Presiden Republik Indonesia. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019, Tentang Sumber Daya Air. Jakarta. 2019: 1-40.
- [9] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017, Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan. Jakarta. 2017: 1-31.
- [10] Zuliyanti, Anggela R, Cahyaningrum W. Analisis Pemanfaatan Air Sungai Bagi Rumah Tangga di Bantaran Sungai Melawi Desa Sungai Ana Kabupaten Sintang. Geo Khatulistiwa Jurnal Pendidikan Geografi dan Pariwisata. 2022; 2(1): 35-51.
- [11] Saleh R, Setiani O, Nurjazuli. Efektivitas Unit Pengolahan Air di Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) dalam Menurunkan Kadar Logam (Fe, Mn) dan Mikroba di Kota Pekalongan. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia. 2013; 12(1): 75-81.
- [12] Jarot P, Andy EW. Fraksinasi Material Boulder Nikel Laterit PT Gag Nikel Daerah Pulau Gag Waigeo Barat Kepulauan, Raja Ampat, Papua Barat. Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVII Tahun 2022 (ReTII). Yogyakarta. 2022: 446-458.
- [13] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990, Tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air. Jakarta. 1990: 1-7.
- [14] Nugroho SA. Pemetaan Kandungan Besi (Fe) Air Sumur Gali Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) Daerah Aliran Sungai (DAS) Gendol Di Dusun Kalimanggis-Morangan Desa Sindumartani. Skripsi. Yogyakarta: Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan; 2021.
- [15] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Rencana Strategis 2020 – 2024. Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. Jakarta. 2020: 1-236.
- [16] Lesik VC, Boimau Y, Adelia KAC. Penentuan Konsentrasi Sulfat Dalam Air di Kelurahan Oeba Menggunakan Spektrometer UV-VIS. Magnetic-Research Journal Of Physics and It's Application. 2021; 1(2): 56-61.
- [17] Pohan DAS, Budiyo, Syafrudin. Analisis Kualitas Air Sungai Guna Menentukan Peruntukan Ditinjau Dari Aspek Lingkungan. Jurnal Ilmu Lingkungan. 2016; 14(2): 63-71.
- [18] Wabes AJ, Kayadoe RF. Improvisasi Pencampuran Dan Penarikan Material Basah dan Kering Pada Level Ekstraksi & Haulage Tambang Bawah Tanah DOZ PT. Freeport Indonesia. Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVII Tahun 2022 (ReTII). Yogyakarta. 2022: 424-432.



ISSN: 1907-5995

- [19] Hurlatu BT, Kayadoe F. Strategi Penjadwalan Truck Berdasarkan Match Factor Untuk Pengangkutan Wet Muck Di Truck Haulage Level Tambang Bawah Tanah Deep Ore Zone PT. Freeport Indonesia. Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVII Tahun 2022 (ReTII). Yogyakarta. 2022: 433-445.
- [20] Sugiarto W, Danisworo C, Listiyani RA, Budiadi E. Analisis Proksimat dan Peringkat Batubara Formasi Sinjin di Daerah Siduung Kecamatan. Jurnal Ilmiah Geologi Pangea. 2023; 10(1): 55-65.
- [21] Sugiarto W, Listyani RA, Winarti. The Effect of Ash Content on Coal Quality in the Labanan Formation in Berau District East Kalimantan Province. KURVATEK. 2023; 8(1): 1-6.
- [22] PT. Nusantara Berau Coal. Laporan Rencana Operasi dan Pemeliharaan Sumber Air PT. Nusantara Berau Coal. Tanjung Redeb. 2011
- [23] PT. Artha Tunggal Mandiri. Laporan Pemanfaatan Air Baku PT Artha Tunggal Mandiri. Tanjung Redeb. 2023.