

IDENTIFIKASI DAN ANALISIS PENYEBARAN SIANIDA PADA TAMBANG RAKYAT DI DESA BUYAT, BOLAANG MONGONDOW, SULAWESI UTARA

Reananda Fanisa Rifai

Hendra Riogilang, Cindy Supit

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Sam Ratulangi

e-mail: nandafanisa@gmail.com

ABSTRAK

Pertambangan emas Desa Buyat merupakan salah satu tambang emas tradisional yang menggunakan sianida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi penyebaran sianida di Desa Buyat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode wawancara dan sampling. Sampel yang digunakan yaitu penambang emas sebagai yang di wawancarai, sampel limbah pertambangan, sampel air dan sedimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem air tanah daerah penelitian terdiri dari sistem akuifer bebas lalu terjadi kebocoran (rembesan dan limpahan) serta penyebaran dari sianida sejumlah 0.014 mg/L pada kolam limbah di Buyat II, <0.005 mg/L pada sungai, sumur dan air bor, < 0.5 mg/kg dry sedimen pada kolam limbah di Buyat II dan sungai, hasil sampel air dan sedimen parameter sianida tidak melampaui baku mutu yang terkait. Sumber kontaminan berupa sianida berada pada fasilitas proses pengolahan yaitu kolam limbah bukit Mogoyunggung dan pada fasilitas pengolahan emas di Buyat II. Pola penyebaran mengikuti arah aliran air tanah pada titik sampel dari arah barat ke timur.

Kata kunci: Tambang Emas Rakyat, Desa Buyat, Sianida, Potensi Penyebaran.

PENDAHULUAN

Sumber daya alam di Indonesia sangat berlimpah, berupa sumber daya energi maupun sumber daya pertambangan. Satu dari potensi mineral yang cukup besar adalah tambang emas (Wilopo, 2013). Penambangan emas juga telah dilakukan skala besar dan kecil, salah satunya di Sulawesi Utara.

Di Indonesia ada banyak tambang emas kecil atau tambang rakyat. Namun, hampir semuanya tidak mempedulikan keselamatan lingkungan dan pertambangan. Situasi seperti ini biasa terjadi di negara berkembang seperti Indonesia. Indonesia menduduki posisi ke-7 didunia dalam produsen emas dengan jumlah 154,3 ton. Kementerian ESDM memperkirakan, negara kehilangan 120 ton emas per tahun, akibat tambang emas ilegal. Apalagi tambang ilegal ini ada di setiap daerah di Indonesia khususnya di Sulawesi Utara.

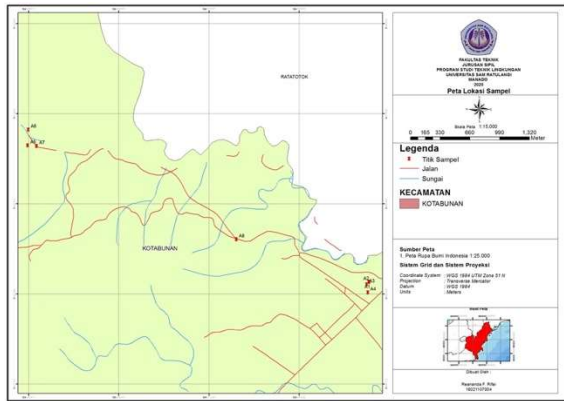
Desa Buyat terletak di Kecamatan Kotabunan, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, Sulawesi Utara. Sebagian besar mata pencarian masyarakat desa yaitu menjadi penambang emas. Lokasi tambang emas rakyat berada di bukit Mogoyunggung Desa Buyat. Di daerah ini terdapat banyak sekali tambang emas rakyat. Sejak 2-3 tahun lalu sebagian besar

tambang emas rakyat di Mogoyunggung Buyat telah berganti ke sianida dari merkuri untuk leaching emas, dikarenakan pemerintah menetapkan sudah tidak boleh menggunakan merkuri untuk mendapatkan emas.

Pendataan penyebaran sianida di lingkungan usaha pertambangan emas rakyat dilakukan untuk menginventarisasi sebaran sianida dan logam berat lainnya, yang dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam pencegahan penurunan kualitas lingkungan dan untuk mengetahui zona penyebaran sianida dan logam berat lainnya sehingga penyebarluasan logam berbahaya ini dapat diantisipasi sedini mungkin, serta daerah yang mengalami penurunan kualitas lingkungan dapat dideteksi agar tidak terjadi pencemaran lingkungan yang lebih luas (Setiabudi, 2015).

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian terletak di Desa Buyat, Kecamatan Kotabunan, Bolaang Mongondow Timur, Sulawesi Utara. Lokasinya diperlihatkan pada peta berikut (Gambar 1)



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Alat yang digunakan

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

- Botol sampel air 200 ml (8 buah)
- Botol sampel air 90 ml (8 buah)
- Botol sampel sedimen 200 ml (2 buah)
- *Blue ice pack* (3 buah)
- Batu
- Tali salaran
- *Cooler box*
- Alat tulis menulis
- Sarung tangan
- Masker
- GPS Garmin eTrex 10
- Sendok plastic

Metode Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data penelitian adalah sebagai berikut:

- Data sekunder yaitu peta didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum, data curah hujan dari BMKG dan Journal tentang geolistrik. Peta Digunakan sebagai referensi untuk menunjukkan titik dimana dilakukan pengambilan sampel. Jurnal digunakan sebagai tinjauan data sekunder Hidrogeologi dan Geolistrik.
- Pengumpulan data primer dilakukan secara dua kali yaitu pertama, menentukan titik pengambilan sampel dan wawancara, dan kedua mengambil sampel air dan sedimen di titik-titik yang telah ditentukan.
- Penentuan titik-titik sampling menggunakan metode *Purposive Sampling* yaitu pengambilan sampel dilakukan hanya atas dasar pertimbangan peneliti yang menganggap unsur-unsur yang dikehendaki telah ada dalam anggota sampel (Nasution,

2003). Penentuan titik sampel juga dilakukan dengan menggunakan GPS (Garmin eTrex 10).

- Pengumpulan data juga dilaksanakan dengan menggali informasi dari penambang dan masyarakat pada lokasi tambang tersebut.
- Sampel yang akan diteliti ada 8 sampel air dan 2 sampel sedimen, parameter yang akan diuji yaitu sianida dan merkuri.
- Semua sampel dianalisa di Laboratorium PT. WLN (*Water Laboratory Nusantara*).
- Baku mutu yang digunakan adalah Baku mutu badan air sungai PP No. 82 Tahun 2001, Baku mutu air limbah penambangan bijih emas dan tembaga KepMenLH No.202 Tahun 2004, Baku mutu air minum PerMenKes No.492 Tahun 2010, Baku Mutu Air untuk Keperluan Hygiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum PerMenKes RI No. 32 Tahun 2017, Baku Mutu Sedimen menurut Japan Environmental Quality Standard for Soil Pollution tahun 2006.

Metode Penentuan Titik Sampel

Penentuan titik sampel ditetapkan sebagai berikut:

- 1) Titik A1 terletak di Buyat II pada kolam limbah fasilitas pengolahan emas, sampel di ambil di lokasi tersebut karena merupakan kolam limbah buangan hasil pengolahan emas dan merupakan sumber kontaminan. Sampel sedimen diambil di kolam limbah karna ingin mengetahui partikel yang terendap dalam kolam.
- 2) Titik A2 terletak di Buyat II pada keran air fasilitas pengolahan emas, sampel di ambil pada keran air karena ingin mengetahui apakah terjadi kebocoran (limpahan atau rembesan) dari kolam limbah.
- 3) Titik A3 terletak di Buyat II pada keran air rumah pemilik fasilitas pengolahan emas, sampel di ambil pada keran air karena ingin mengetahui apakah terjadi kebocoran (limpahan atau rembesan) dari kolam limbah. Peneliti memilih pengambilan sampel di buyat II pada fasilitas pengolahan emas karena lokasinya berada di pemukiman masyarakat, dikhawatirkan dapat menyebabkan pencemaran air tanah.
- 4) Titik A4 terletak di Buyat II pada sumur masyarakat yang terletak tidak jauh dari fasilitas pengolahan emas, sampel diambil pada sumur karena ingin mengutahui apakah

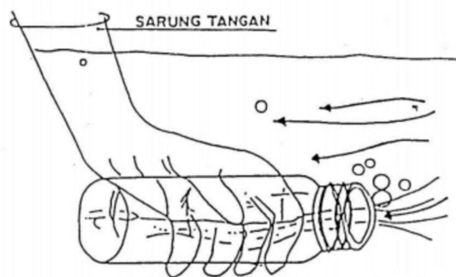
terjadi kebocoran (limpahan atau rembesan) dari air tanah yang diperkirakan masuk ke sumur.

- 5) Titik A5 terletak di tambang emas Mogoyunggung pada kolam limbah tambang, sampel di ambil di lokasi tersebut karena merupakan kolam limbah buangan dari hasil pengolahan emas dan merupakan sumber kontaminan.
- 6) Titik A6 terletak di sungai dekat tambang emas Mogoyunggung, sampel diambil pada sungai karena ingin mengetahui apakah tambang emas rakyat mencemari sungai lewat limpahan limbah dari tambang emas rakyat bisa jadi karena curah hujan dan topografi tambang emas yang lebih tinggi dari sungai. Sampel sedimen diambil karena ingin mengetahui apakah ada kontaminan yang terendap dalam sungai.
- 7) Titik A7 terletak di DAS dekat tambang emas rakyat Mogoyunggung, sampel di ambil pada lokasi ini karena ingin mengetahui apakah tambang emas rakyat mencemari DAS lewat limpahan limbah dari tambang emas rakyat bisa jadi karena curah hujan dan topografi tambang emas yang lebih tinggi dari DAS.
- 8) Titik A8 terletak di DAS dekat pemukiman masyarakat, sampel di ambil pada lokasi ini karena ingin mengetahui apakah ada pencemaran oleh tambang emas rakyat yang bisa terjadi karena curah hujan dan topografi yang mendukung, karna pada DAS ini sudah dekat dengan pemukiman masyarakat.

Metode Pengambilan Sampel

Adapun metode pengambilan sampel adalah sebagai berikut:

- Air sungai/kolam limbah:
Air diambil dengan botol plastik secara langsung sampai botolnya penuh kemudian botol ditutup rapat dan dimasukkan ke *cooler box*.



Gambar 2. Cara Pengambilan Sampel Air Pada Sungai.

- Air sumur :
Air diambil dengan botol plastik dan digunakan benda pemberat yaitu batu di ikat ke botol menggunakan tali salaran.



Gambar 3. Sampel sianida dan merkuri air sumur.

Sumber: Dokumentasi Pribadi

- Sedimen:
Sedimen diambil menggunakan sendok plastik lalu di isi sampai penuh.

Metode Analisa Laboratorium

Analisis uji sampel di laboratorium menggunakan metode referensi sebagai berikut:

1. Sianida (Air) :
WI-(ID)-[EHS] LA-041 (FIA)
2. Merkuri (Air) :
USEPA-245-7(2005)
3. Sianida (Sedimen) :
WI-(ID)-[EHS]-LA-019
4. Merkuri (Sedimen):
WI-(ID)-[EHS]-LA-070 (CV-AFS)

HASIL DAN PEMBAHASAN

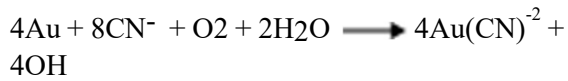
Proses Pengolahan Biji Emas Menggunakan Sianida

Pada tambang emas di Mogoyunggung para penambang menggunakan proses sianidasi untuk melarutkan biji emas.



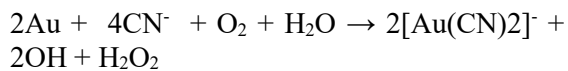
Gambar 4. Proses Sianidasi
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Pelarut yang digunakan dalam proses sianidasi berupa NaCN. Secara umum reaksi pelarutan Au adalah sebagai berikut:

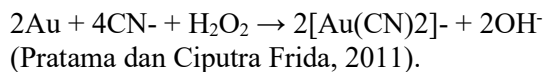


Metode yang digunakan pada penyiraman ini adalah *heap leaching*. Metode *heap leaching* (pelarutan tumpukan), melarutkan emas dengan cara menyiramkan larutan sianida pada tumpukan bijih emas (diameter bijih ≤ 30 cm) yang sudah dicampur dengan batu kapur (Fitri dan Ela, 2013).

Pada proses sianidasi memerlukan oksigen yang cukup dalam larutan. H_2O_2 merupakan penyedia oksigen untuk mereaksikan emas. H_2O_2 dapat membantu aerasi dengan sistem aliran. Selain itu H_2O_2 berfungsi sebagai oksidator. Oksigen ditambahkan untuk memperbaiki proses pelindian. Penggunaan H_2O_2 dalam larutan sianida telah diuji dan menunjukkan hasil dimana emas dapat terpisah secara cepat. Kapur hidrat ditambahkan untuk membuat pH alkalis untuk menghentikan pembentukan gas hydrogen sianida, yang sangat beracun dan tidak dapat melindungi emas. Observasi ini menunjukkan bahwa emas kemungkinan terpisah melalui reaksi yang melibatkan H_2O_2 sebagaimana reaksi berikut:



Lalu hidrogen peroksida bereaksi dengan emas dan sianida sebagaimana reaksi berikut:



Gambar 5. Kolam Limbah
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Air limbah hasil olahan emas ditampung di kolam berbentuk persegi ukuran 1x1x1 m dan dilapisi geotextile agar tidak bocor airnya.

Sesudah semua proses pengolahan selesai air limbah hasil pengolahan di buang begitu saja ke tanah dan biji-biji emas sisa hasil pengolahan yang terendap didasar kolam diambil lagi untuk nanti diolah kembali karena masih mengandung emas.

Proses Pengolahan Emas Menggunakan Merkuri

Proses penggelundungan batuan yaitu batuan yang telah dihancurkan dimasukkan ke dalam gelundung lalu di campur dengan merkuri dan air. Di dalam gelundung terdapat batang-batang (rod) besi yang digunakan untuk menghaluskan batuan. Kemudian gelundung diputar hingga kurang lebih 1 jam sehingga partikel batuan menghalus dan merkuri air dan partikel batuan tercampur.



Gambar 6. Tromol Untuk Penggelundungan Biji Emas
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Pada proses ini terjadi penghalusan partikel batuan dan pengikatan partikel-partikel logam emas oleh logam merkuri. Campuran logam emas dan merkuri inilah yang disebut sebagai amalgam. Sehingga pada proses ini terbentuklah amalgam-amalgam dan juga tailing yang selanjutnya didulang untuk dipisahkan.



Gambar 7. Tempat Keluar Limbah dan Amalgam
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Tahap selanjutnya pendulangan amalgam, setelah digelundung, isi dari gelundung (campuran amalgam dan tailing) di tuang ke dalam loyang untuk selanjutnya didulang. Pendulangan ini bertujuan untuk mengambil amalgam dari campuran amalgam dan tailingnya.



Gambar 8. Kolam Limbah
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Jika kolam limbah sudah penuh, air limbah hasil pengolahan di buang begitu saja ke tanah dan biji-biji emas sisa hasil pengolahan yang terendap di dasar kolam diambil lagi untuk nanti diolah kembali karena masih mengandung emas.

Hasil Analisis Laboratorium

Hasil penelitian di laboratorium untuk kandungan emas diperlihatkan pada tabel-tabel berikut:

Tabel 1. Kandungan Emas pada Sampel Air

Sampel	Parameter	Hasil
A1	Sianida	0.014 mg/L
A1	Merkuri	0.0001 mg/L
A2	Sianida	<0.005 mg/L
A2	Merkuri	<0.00005 mg/L
A3	Sianida	<0.005 mg/L
A3	Merkuri	<0.00005 mg/L
A4	Sianida	<0.005 mg/L
A4	Merkuri	<0.00005 mg/L
A5	Sianida	1000 mg/L
A5	Merkuri	1.02 mg/L
A6	Sianida	<0.005 mg/L
A6	Merkuri	<0.00005 mg/L
A7	Sianida	<0.005 mg/L
A7	Merkuri	<0.00005 mg/L
A8	Sianida	<0.005 mg/L
A9	Merkuri	<0.00005 mg/L

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 3. Kandungan Emas pada Sampel Sedimen

Sampel	Parameter	Hasil
A1	Sianida	<0.5 mg/kg dry
A1	Merkuri	36.8 mg/kg dry
A6	Sianida	<0.5 mg/kg dry
A6	Merkuri	1.65 mg/kg dry

Sumber: Hasil Penelitian

Lokasi pengambilan sampel:

- Sampel A1
Berada di fasilitas pengolahan tambang emas di Buyat II yang menggunakan metode amalgamasi, kondisi kolam limbah hanya digali berbentuk persegi bagian dinding samping tidak dilapisi geotekstil yang dilapisi hanya bagian bawah (dasar) saja sehingga air limbah bisa tembus ke tanah.
- Sampel A2
Berada di rumah tempat pengolahan tambang emas menggunakan metode pengolahan tromol, air keran terletak 5 m dari kolam limbah, pompa air terletak 13 m dari kolam limbah.
- Sampel A3
Berada di rumah tempat pengolahan tambang emas menggunakan metode pengolahan tromol, air keran terletak di dalam rumah pemilik tempat pengolahan emas jaraknya 41.49 m dari kolam limbah, pompa air untuk didalam rumah berbeda dengan pompa air di tempat pengolahan limbah jarak pompa 43 m dari kolam limbah.
- Sampel A4
Berada di rumah warga yang dekat dengan tempat pengolahan tambang emas jaraknya 118.39 m. Air yang diambil adalah air sumur dengan parameter yang akan diuji sianida dan merkuri.
- Sampel A5
Berada di tambang emas rakyat tepatnya di daerah bernama Mogoyunggung. Sampel diambil pada kolam limbah pengolahan, kondisi kolam berbentuk persegi dan dilapisi dengan geotex.
- Sampel A6
Lokasi titik sampel berada di sungai dekat tambang emas rakyat jarak antar titik 6 (kolam limbah) dengan titik 7 (sungai) adalah 174.08 m.
- Sampel A7
Berada di DAS (Daerah Aliran Sungai), jarak antara titik dengan tambang 100 m.

- Sampel A8
Lokasi titik berada di DAS (Daerah Aliran Sungai), jarak antara titik dengan tambang 2,5 km dan jarak antara titik sampel dengan permukiman warga 1 km.

Hasil Analisis

Setelah di Analisis dan di Identifikasi, Terjadi kebocoran (rembesan dan limpahan) sehingga terjadi penyebaran kosentrasi sianida sejumlah 0.014 mg/L pada kolam limbah di Buyat II, <0.005 mg/L pada sungai, sumur dan air bor, < 0.5 mg/kg dry sedimen pada kolam limbah di Buyat II dan < 0,5 mg/kg dry sedimen pada sungai. Tidak ada kandungan sianida alam pada batuan aluvium, batuan endapan danau dan sungai, batu gamping ratatotok, batuan gunung api yang merupakan lapisan batuan pada daerah penelitian.

Pada penelitian ini pola sebaran sianida dilakukan dengan mempertimbangkan aspek topografi, curah hujan, aliran air tanah, lapisan tanah dan sampel air. Topografi pada daerah pertambangan yang diteliti yaitu 90-500 meter diatas permukaan laut, data curah hujan yaitu 1277 mm/tahun.

Hasil sampel air yang di Analisa di Laboratorium PT. WLN Indonesia, kandungan sianida pada sampel yang diambil di sungai dekat tambang (Sampel No.6) tidak melampaui baku mutu PP No.82 Tahun 2001 tentang baku mutu badan air sungai. Namun pada sampel sedimen di sungai didapatkan kandungan merkuri yang melebihi baku mutu *Japan Environmental Quality Standard for Soil Pollution* tahun 2006, ditambah dengan hasil wawancara bahwa tempat pengolahan emas tersebut pernah menggunakan merkuri untuk mengolah biji emas, peneliti berasumsi bahwa aktivitas pengolahan emas mengeluarkan merkuri jumlah sedikit dan terakumulasi di dalam sedimen.

Kandungan sianida pada sampel air di kolam limbah tambang (Sampel No.5) bukit Mogoyungung maupun rumah pengolahan (Sampel No.1) memenuhi baku mutu KepMen No.202 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Pertambangan Bijih Emas, namun pada sampel sedimen kolam limbah rumah pengolahan (Sampel No.1) didapatkan kandungan merkuri yang melebihi baku mutu *Japan Environmental Quality Standard for Soil Pollution* tahun 2006, hal ini menunjukkan bahwa merkuri dari

aktivitas pengolahan emas terakumulasi di dalam sedimen.

Kandungan sianida pada sampel 2, 3, 4, 7 dan 8 tidak melebihi baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Hygiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum dan Baku mutu air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No.492 Tahun 2010.

Geolistrik

Untuk mengetahui perlapisan batuan dibutuhkan geolistrik, perlapisan batuan dibutuhkan untuk mengklarifikasi aquifer bebas atau tertekan yang ada di daerah riset.



Gambar 9. Penampang Geolistrik
Sumber: Riogilang, 2016

Diagram blok geolistrik di daerah riset berada pada BY3 dan BY23 (dalam lingkaran biru) menunjukkan ketinggian 0 sampai -30 m berupa lempung, pada -30 m sampai -40 m berupa sebagian lanau sampai pasir dan -40 m sampai -45 m berupa sebagian gamping, kerikil-kerakal dan andesit berdasarkan hasil survey geolistrik yang dipublish pada jurnal *Identifikasi Kandungan Merkuri Pada Sistem Akuifer Bebas Hidrogeologi Desa Buyat* (Riogilang, 2016).

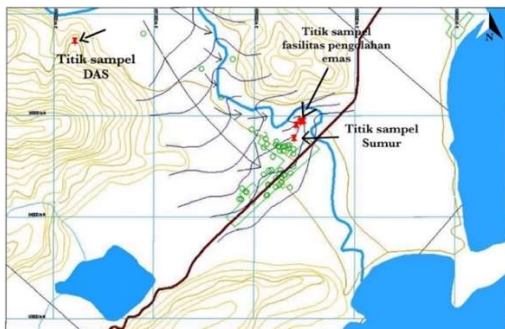
Untuk simulasi tidak dilakukan sehingga parameter air tanah berupa transmisivitas, konduktivitas hidrolik dan permeabilitas tidak ditinjau. Simulasi tidak dilakukan karena kadar kontaminan sianida yang diperiksa dari hasil uji sampel di lokasi riset sangat rendah konsentrasinya.

Sistem Hidrogeologi Desa Buyat

Sistem hidrogeologi di desa Buyat diketahui dari data geologi, lapisan batuan

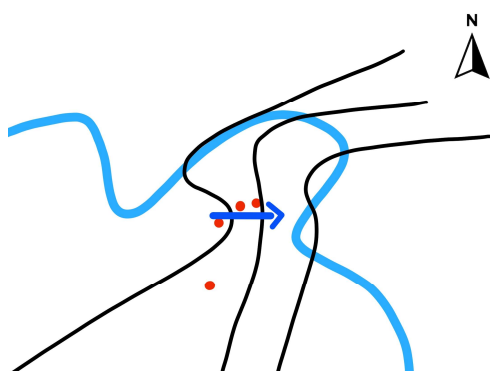
berdasarkan survei geolistrik dan elevasi muka air tanah. Akuifer yang terdapat di daerah riset adalah akuifer bebas dan sistem air tanah di media rekahan batu gamping. Akuifer bebas di daerah riset tersusun oleh media berpori berupa endapan aluvial (kerakal, kerikil, pasir dan lanau). Kedalaman air tanah relatif dangkal yaitu 0.5 sampai 1.5 m dimana gradient hidrolik mengikuti topografi (Riogilang, 2016).

Akuifer di media rekahan batu gamping diketahui dari ditemukannya 2 mata air di batu gamping. Pola aliran dan batas akuifer tidak diketahui dengan pasti. Kontak akuifer batu gamping dengan akuifer sistem alluvial tidak diketahui dengan pasti. Batuan mudstode yang ada diantara batu gamping memiliki kemungkinan terdapat sistem rekahan. Tetapi secara umum arah aliran air tanah pada area riset memiliki arah dari barat ke timur (Riogilang, 2016).



Gambar 10. Sistem Aliran Air Tanah Desa Buyat, Kecamatan Kotabunan, Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara.

Sumber: Riogilang, 2016



Gambar 11. Sistem aliran air tanah pada titik sampel A1, A2, A3 dan A4.

Sumber: Riogilang, 2016

Pergerakan dari kontaminan di dalam air tanah dipengaruhi oleh topografi dan arah aliran air tanah. Untuk menentukan arah aliran air tanah daerah penelitian diambil dari garis yang memotong tegak lurus garis ekuipotensial dari elevasi atau topografi yang tinggi ke rendah. Peta kontur garis ekuipotensial di daerah riset dianalisis dari jurnal *Identifikasi Kandungan Merkuri Pada Sistem Akuifer Bebas Hidrogeologi Desa Buyat* (H. Riogilang, 2016).

PENUTUP

Kesimpulan

1. Sumber kontaminan berupa sianida berada pada fasilitas proses pengolahan yaitu kolam limbah bukit Mogoyunggung dan pada fasilitas pengolahan emas di Buyat II.
2. Terjadi Kebocoran (rembesan dan limpahan) serta penyebaran dari sianida sejumlah 0.014 mg/L pada kolam limbah di Buyat II, <0.005 mg/L pada sungai, sumur dan air bor, < 0.5 mg/kg dry sedimen pada kolam limbah di Buyat II dan sungai, hasil sampel air dan sedimen parameter sianida tidak melampaui baku mutu yang terkait. Pola penyebaran mengikuti arah aliran air tanah pada titik sampel dari arah barat ke timur.
3. Sistem air tanah daerah penelitian terdiri dari sistem akuifer bebas. Sistem akuifer bebas disusun oleh media berpori berupa endapan aluvial (kerakal, kerikil, pasir dan lanau).

Saran

1. Agar kolam limbah di fasilitas pengolahan bijih emas menggunakan lapisan geotekstil di dinding kolam pembuangan.
2. Agar fasilitas pengolahan emas di Buyat II mengganti merkuri ke sianida untuk mendapatkan emas.
3. Dilakukan penelitian lanjutan yang mencakup seluruh Pertambangan Emas Rakyat sepanjang sungai Buyat.

DAFTAR PUSTAKA

Ciputra Frida, Pratama.. 2011. *Laporan penelitian pengaruh penambahan H₂O₂ pada sianidasi emas dari batuan mineral*. Surabaya.

- Fitria, dan Nurlaila, 2013. *Laporan perbandingan recovery emas dengan Variable viscosity modifier terhadap recovery emas PT. Nusa Halmahera Minerals*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industry Universitas Muslim Indonesia. Makassar.
- Nasution, 2003. *Metode Penelitian Naturalistik Kuantitatif*. Bandung.
- Riogilang, H., 2016. Identifikasi Kandungan Merkuri pada Sistem Akuifer Bebas Hidrogeologi Desa Buyat. *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*, 3(1), 10-18.
- Setiabudi, Bambang. 2005. *Penyebab Merkuri Akibat Usaha Pertambangan Emas di Daerah Sangon, Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta*.
- Wilopo, W. 2013. *Effect of traditional gold mining to surface water quality in Murung Raya Distric, Central Kalimantan Province*.