

ANALISIS SEBARAN LOGAM BERAT BERDASARKAN POLA ALIRAN AIRTANAH DI TPA GUNUNG TUGEL KABUPATEN BANYUMAS

ANALYSIS OF HEAVY METAL BASED ON GROUNDWATER FLOW IN LANDFILL GUNUNG TUGEL KABUPATEN BANYUMAS

Tegar Ramadiansyah

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

tramadiansyah@gmail.com

ABSTRAK

TPA Gunung Tugel di Kabupaten Banyumas adalah salah satu tempat pemrosesan akhir yang menggunakan metode Open Dumping dimana letak TPA dengan pemukiman masyarakat sangat dekat walaupun saat ini sudah tidak beroperasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran logam berat dan konsentrasi logam berat disekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas. Metode penelitian ini dilakukan melalui 6 tahap : (1) Survei lokasi sumber airtanah; (2) mencatat titik koordinat pada sumber airtanah; (3) Pengambilan sampel airtanah; (4) Mengidentifikasi pola aliran airtanah dengan menggunakan metode IDW; (5) Mengidentifikasi tingkat konsentrasi logam berat menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometri; (6) Menganalisis potensi pencemaran airtanah berdasarkan pola aliran airtanah dan konsentrasi logam berat. Logam berat yang di analisis yaitu Cr, Cu, Cd, Pb, Mn, Zn, Fe. Adapun konsentrasi rata-rata dari masing-masing logam berat adalah Cr 0,007 mg/l, Cu 0,058 mg/l, Cd 0,004, Pb 0,172 mg/l, Mn 0,051 mg/l, Zn 0,211 mg/l, dan Fe 0,055 mg/l. Dan hasil yang didapat dengan mempertimbangkan arah aliran airtanah dan kecenderungan logam berat yang berada pada masing masing sampel disimpulkan bahwa tinggi nya logam berat pada sampel disebabkan oleh pengoperasian TPA akan tetapi hanya untuk logam berat Zn, Pb, dan Mn, hal ini diperkuat karena permeabilitas air pada jenis batu pasir dalam satu tahun lebih dari 1 km sedangkan jarak titik sampling ke TPA terjauh hanya 1 km dan TPA Gunung Tugel sudah didirikan pada 1983. Untuk konsentrasi Cu melebihi baku mutu dikarenakan unsur material batuan tanah yang mempengaruhi hal tersebut yaitu jenis batuan gamping.

Kata Kunci : TPA , Logam Berat, Aliran Airtanah, Airtanah.

ABSTRACT

Gunung Tugel Landfill in Banyumas District is one of the final processing sites using Open Dumping method where the landfill location with community settlement is very close even though it is not operational. The purpose of this research is to know the distribution of heavy metals and heavy metal content around the Tugel Landfill in Banyumas Regency. This research method is done through 6 stages: (1) Survey of groundwater source location in residential area; (2) record coordinate points on groundwater sources; (3) Groundwater sampling at the community wells; (4) Identify groundwater flow patterns using IDW method; (5) Identify the level of heavy metal content using Atomic Absorption Spectrophotometry, (6) Analyze the potential of groundwater pollution based on groundwater flow pattern and heavy metal content. And the results obtained by considering the direction of groundwater flow and the tendency of heavy metals in each sample concluded that the height of heavy metals in the sample is caused by the Landfill operation but only for heavy metals Zn, Pb, and Mn. This is reinforced due to water permeability in rock types sand in one year more than 1 km while the distance sampling to the farthest landfill only 1 km and Gunung Tugel Landfill was established in 1983. For the Cu content exceeds the quality standard due to rocky. The material element that influences it is the type of limestone.

Keywords: Landfill, Heavy Metal, Groundwater Flow, Groundwater.

1. Pendahuluan

Sampah merupakan salah satu konsekuensi dari adanya aktifitas manusia, maka sampah haruslah dikelola dengan baik. Namun di Indonesia pengelolaan sampah belumlah maksimal dan sesuai dengan prosedur. Salah satu contohnya yaitu TPA Gunung Tugel yang berada di lokasi Kabupaten Banyumas. TPA tersebut sudah tidak beroperasi, Pasalnya metode *Open Dumping* yang digunakan tidak memenuhi standar, selain itu pemerintah setempat akan mengalihkan fungsikan tempat ini menjadi lahan terbuka hijau. *Open Dumping*, cara ini cukup sederhana yaitu dengan membuang sampah pada suatu legokan atau cekungan tanpa menggunakan tanah sebagai penutup sampah, cara ini sudah tidak direkomendasi lagi oleh pemerintah RI karena tidak memenuhi syarat teknis suatu TPA sampah, *Open Dumping* sangat potensial dalam mencemari lingkungan baik itu dari pencemaran airtanah oleh *Leachate* (air sampah yang dapat menyerap kedalam tanah), lalat, bau, serta binatang seperti tikus, kecoa, nyamuk dll (Ardiansyah, 2013).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat konsentrasi logam berat di dalam airtanah, memetakan arah aliran airtanah, dan menganalisis potensi pencemaran airtanah yang disebabkan oleh TPA berdasarkan pola aliran airtanah dan konsentrasi logam berat.

2. Lokasi Penelitian

TPA Gunung Tugel merupakan Tempat Pemrosesan sampah yang berada di Kabupaten Banyumas, dan pada saat ini TPA Gunung Tugel sudah tidak beroperasi lagi. Pemerintah setempat ingin melakukan perubahan tempat TPA menjadi lahan terbuka hijau, maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas airtanah yang berada di daerah sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.

3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Survei lokasi sumber airtanah
2. Mencatat titik koordinat pada sumber airtanah
3. Pengambilan sampel airtanah
4. Mengidentifikasi pola aliran airtanah dengan menggunakan IDW
5. Mengidentifikasi tingkat konsentrasi logam berat menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometri*.
6. Menganalisis potensi pencemaran airtanah berdasarkan pola aliran airtanah dan konsentrasi logam berat.

3.1. Metode Sampling Airtanah

Penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling*, sampel yang diambil dengan metode *purposive* dengan alasan keberadaan sumur yang sangat dekat dengan TPA hanya berada di satu sisi saja, sehingga tidak merata, maka dari itu pengambilan sampel dengan metode *purposive* bertujuan untuk pengambilan sampel airtanah dapat secara merata dengan memperhatikan lokasi penduduk disekitar TPA.

3.2. Pemetaan Pola Aliran Airtanah

Dalam pemetaan pola aliran airtanah yang dibutuhkan adalah titik koordinat pada setiap sampel, tinggi muka air, dan elevasi tanah. Metode yang digunakan pada pemetaan ini ialah metode IDW (*Metode Inverse Distance Weighted*) dimana Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Bobot (*weight*) akan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel.

3.3. Analisis Konsentrasi Logam Berat

Dalam Pengujian logam berat metode yang digunakan yaitu Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Adapun logam berat yang di uji ialah Tembaga (Cu), Besi (Fe), Mangan (Mn), Seng (Zn), Kromium (Cr), Kadmium (Cd), dan Timbal (Pb). Selanjutnya dalam pengujiannya dilakukan tahap sebagai berikut : (1) Sampel airtanah dari masing-masing titik sampel diambil sebanyak 100 ml. Sampel tersebut kemudian dimasukkan kepada erlenmeyer dan ditambahkan 5 ml (HNO_3) serta di berikan corong kaca. (2) Sampel yang telah disiapkan lalu dipanaskan hingga menjadi 10 ml menggunakan kompor listrik di lemari asam, sampel dipanaskan kurang lebih selama 30-60 menit. (3) Sampel yang sudah di panaskan lalu dipindahkan pada tabung reaksi dan disaring menggunakan kertas saring no 1. (4) Sampel yang sudah dipindahkan lalu di pindahkan kembali ke labu ukur dengan menggunakan pipet 5 ml dan dimampatkan hingga tanda batas. (5) Contoh uji kemudian diaspirasikan ke dalam SSA-nyala untuk diukur konsentrasi logam berat dengan panjang gelombang masing-masing sampel Cr, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn, Pb yaitu 228,80 nm, 228,80 nm, 324,80 nm, 248,30 nm, 279,5 nm, 213,90 nm dan, 217 nm.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Aliran Airtanah

Terdapat 17 titik sumur yang dijadikan sampel dalam penelitian ini, yang dimana 15 titik diambil untuk pengujian logam berat sedangkan 2 sumur lainnya dijadikan data tambahan untuk keperluan pengambilan koordinat. Selain data koordinat, data elevasi sangat diperlukan untuk menentukan arah aliran airtanah.

Pada Gambar 1 menunjukan letak sebaran sumur pada lokasi sampling, selain itu terdapat beberapa titik-titik sebaran sumur yang saling berdekatan, hal tersebut dikarenakan dalam pengambilan sampel dan penentuan titik koordinat sumur dilakukan pada sumur-sumur yang terdapat didalam pemukiman warga, dimana lokasi antara sumur satu dan sumur lainnya saling berdekatan. Pengambilan lokasi sampling yang berdekatan dengan lokasi TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas bertujuan untuk mengetahui berapa besar dampak yang disebabkan oleh Pengoperasian TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas terhadap airtanah warga yang berdekatan dengan TPA. Sedangkan pengambilan lokasi sampling yang berjauhan dengan TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas berguna untuk menjadi bahan pembandingan dengan sampel sebelumnya.



SEBARAN SAMPEL SUMUR

TPA GUNUNG TUGEL

KABUPATEN BANYUMAS



TEGAR RAMADIANSYAH

13513072



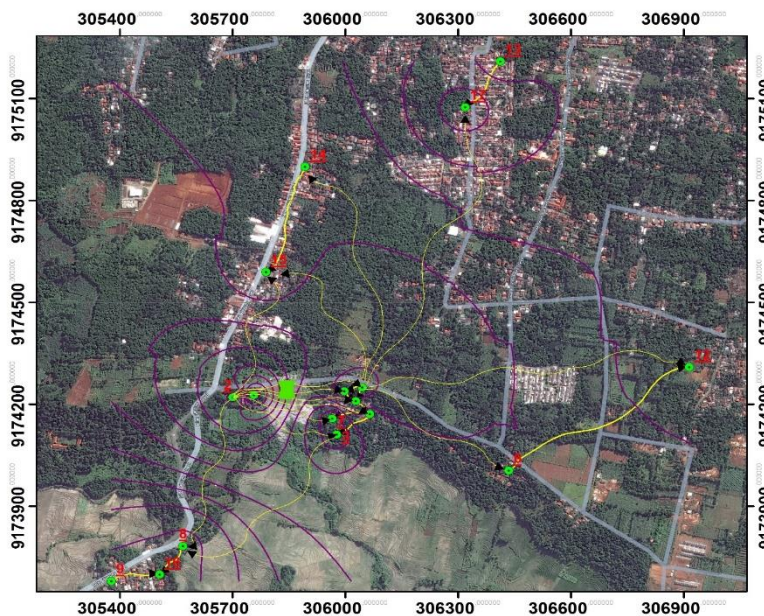
1:10.545

Legenda

- Titik Sampel
- 📌 TPA Gunung Tugel

Gambar 1. Peta Sebaran Sampel Airtanah

Pola aliran airtanah sangat penting, dikarenakan dengan mengetahui pola aliran airtanah, akan dapat diketahui penyebab tinggi nya logam berat pada setiap sampel airtanah. Data hasil pengukuran dilapangan terkait titik koordinat dan elevasi dimasukkan pada aplikasi Qgis menggunakan metode IDW, lalu dilanjutkan dengan interpolasi titik pengukuran seperti pada gambar 2



PETA POLA ALIRAN AIRTANAH

TPA GUNUNG TUGEL

KABUPATEN BANYUMAS



TEGAR RAMADIANSYAH

13513072



1:10.295

Legenda

- Titik Sampel
- ➔ aliran airtanah
- 📌 TPA Gunung Tugel

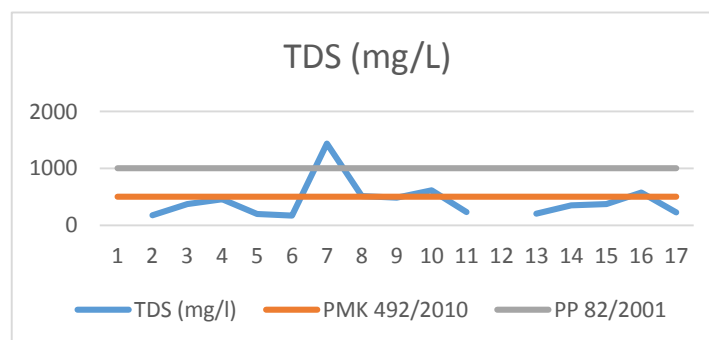
Gambar 2. Peta Pola Aliran Airtanah

Metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya. Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Bobot (*Weight*) akan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel (Gatot, 2008).

Pada gambar 2 menunjukkan bahwasannya aliran airtanah pada lokasi sampling bergerak secara acak ke arah timur, utara, timur laut, dan bergerak sesuai gaya gravitasi. Pada penelitian ini berfokus pada pencemaran yang disebabkan oleh keberadaan TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas hal ini berkaitan dengan pergerakan airtanah yang ditunjukkan pada gambar 2 dimana titik sampling yang berdekatan dengan TPA memiliki elevasi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan titik sampling yang berjauhan dengan TPA. Oleh karena itu, indikasi pencemaran airtanah yang disebabkan oleh TPA sangat mungkin terjadi dan pemukiman warga yang berdekatan dengan lokasi TPA juga diindikasikan terkena dampak dari keberadaan TPA, hal itu ditunjukkan pada gambar 2 dimana arah aliran airtanah pada sumur 2 melewati lokasi TPA dan menuju pada pemukiman warga, dan kondisi sumur 1 yang berdekatan dengan sumur 2 tidak ditemukan air namun berguna untuk membandingkan elevasi antara sumur 1 dan sumur 2.

4.2 Kondisi Airtanah di Wilayah TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas

Kondisi airtanah pada lokasi penelitian dibagi menjadi dua yaitu parameter fisik dan parameter kimia, adapun parameter fisik yang diteliti yaitu suhu dan TDS, hasil penelitian pada suhu airtanah memiliki rata-rata suhu 27°C - 29°C, penelitian suhu pada setiap sampel dilakukan langsung di lokasi penelitian, hal ini bertujuan untuk mencegah perubahan suhu yang signifikan, pengukuran suhu ini menggunakan alat termometer. Sedangkan hasil penelitian TDS pada airtanah dapat dilihat pada Gambar 3

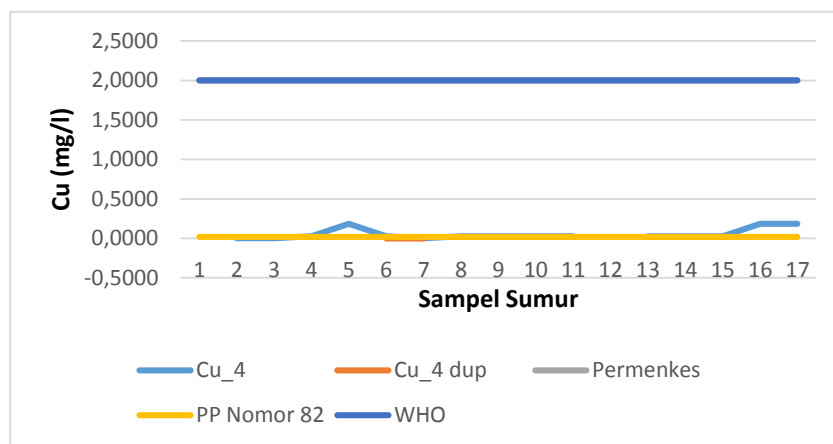


Gambar 3. Hasil Pengukuran TDS

Dari grafik diatas terlihat bahwa hasil pengukuran TDS antara 169-1438 mg/l. Terlihat bahwa nilai TDS terendah terdapat pada sumur 6 sedangkan nilai TDS tertinggi terletak pada sumur 7. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, konsentrasi maksimum TDS yang diperbolehkan ialah 500 mg/L. Sedangkan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air konsentrasi maksimum TDS yang diperbolehkan ialah sebesar 1000 mg/L. Terdapat beberapa sumur yang melebihi baku mutu yaitu sumur 7, 10, dan 16. Ditemukan beberapa indikasi yang menyebabkan konsentrasi TDS tinggi yaitu kondisi material tanah pada sumur dan konstruksi sumur yang kurang baik menjadi penyebab mudah nya padatan terlarut pada air.

Adapun parameter kimia yang di analisis yaitu derajat keasaman (pH), dan tujuh logam berat yaitu Cu (Tembaga), Pb (Timbal), Mn (Mangan), Cr (Kromium), Zn (Seng), Cd (kadimium), Fe (Besi). Hasil yang didapat pada pengukuran pH memiliki jarak antara 6 – 7,5, Pengukuran pH dilakukan langsung pada lokasi penelitian menggunakan alat pH meter. Hasil pengukuran pada setiap logam berat dapat dilihat pada gambar 4 – 10.

4.2.1 Konsentrasi Cu dalam Airtanah



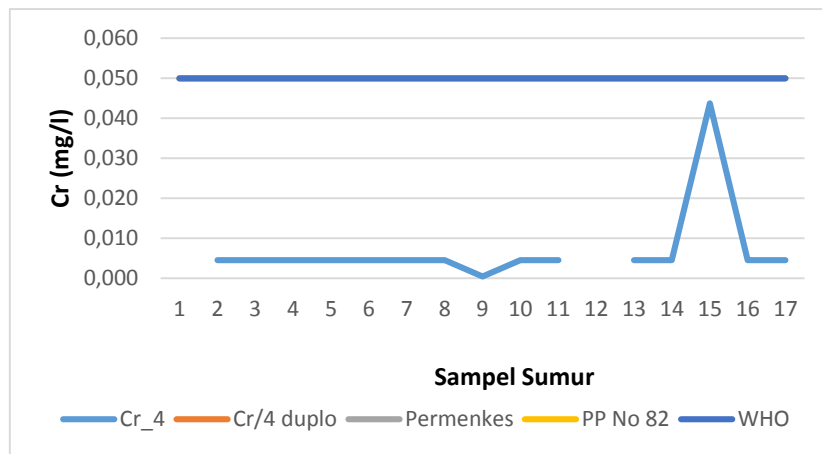
Gambar 4. Grafik Konsentrasi Cu Dalam Airtanah

Keterangan* : Konsentrasi Cd diasumsikan setengah dari konsentrasi LOD yaitu : 0,007 mg/l

Hasil konsentrasi Cu didalam airtanah pada Gambar 4.4 menunjukkan bahwa konsentrasi Cu pada lokasi TPA memiliki jarak konsentrasi antara 0,026 mg/l sampai 0,186 mg/l. Pada Gambar 4 menjelaskan bahwa konsentrasi logam berat tertinggi berada pada Sumur 5 yaitu 0,186 mg/l. Namun konsentrasi logam yang ada pada sumur 5 tidak bermasalah jika dibandingkan dengan dua baku mutu yaitu Nomor 492/MENKES/PER/VI/2010, dan *World Health Organization (WHO) standard for*

Heavy metals. Akan tetapi hasil 0,186 mg/l pada sumur 5 melewati baku mutu yang ditetapkan oleh PP Nomor 82 Tahun 2001 yaitu 0,02.

4.2.2 Konsentrasi Cr dalam Airtanah

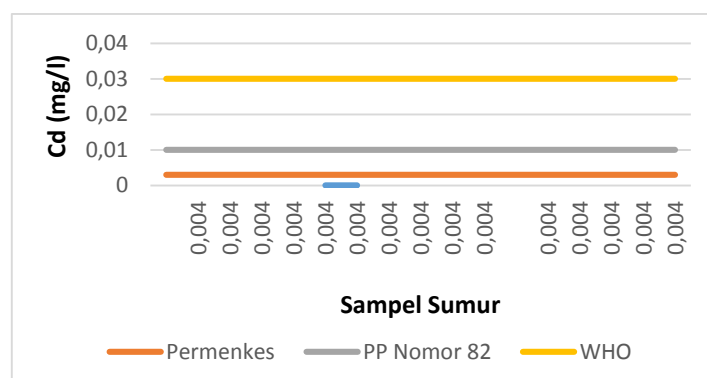


Gambar 5. Grafik Konsentrasi Cr Dalam Airtanah

Keterangan* : Konsentrasi Cr diasumsikan setengah dari konsentrasi LOD yaitu : 0,009 mg/l

Hasil konsentrasi Cr didalam airtanah pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa konsentrasi Cr pda lokasi TPA memiliki jarak konsentrasi antara 0,005 mg/l sampai 0,044 mg/l. Pada Gambar 5 menjelaskan bahwa konsentrasi logam berat tertinggi berada pada Sumur 15 yaitu 0,044 mg/l. Namun konsentrasi logam yang ada pada sumur 15 tidak bermasalah jika dibandingkan dengan tiga baku mutu yaitu Nomor 492/MENKES/PER/VI/2010, *World Health Organization (WHO) standard for Heavy metals* dan PP Nomor 82 Tahun 2001 yaitu 0,05.

4.2.3 Konsentrasi Cd dalam Airtanah



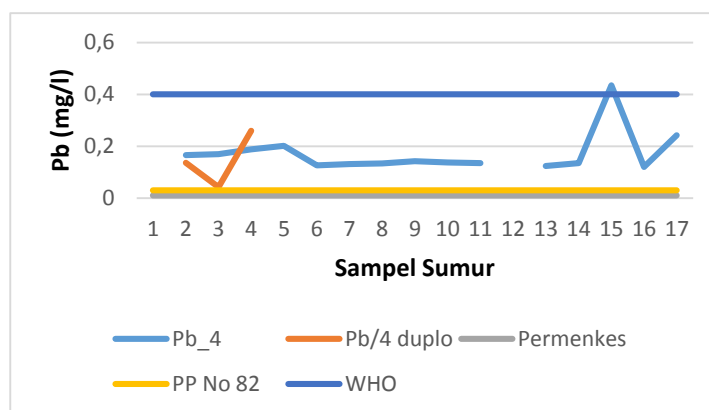
Gambar 6. Grafik Konsentrasi Cd Dalam Airtanah

Keterangan* : Konsentrasi Cd diasumsikan setengah dari konsentrasi LOD yaitu : 0,007 mg/l

Hasil konsentrasi Cd didalam airtanah setelah di analisis mendapatkan hasil seperti pada Gambar 6, semua sampel memiliki konsentrasi logam yang sama yaitu 0,004 mg/l artinya konsentrasi

logam berat Cd tidak melebihi baku mutu yang sudah di tentukan dari Nomor 492/MENKES/PER/VI/2010, *World Health Organization (WHO) standard for Heavy metals* dan PP Nomor 82 Tahun 2001 yaitu 0,02.

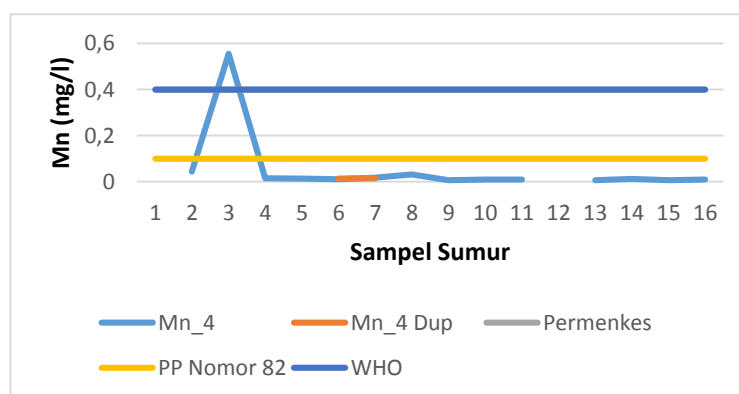
4.2.4 Konsentrasi Pb Dalam Airtanah



Gambar 7. Grafik Konsentrasi Pb Dalam Airtanah

Hasil konsentrasi Pb didalam airtanah pada Gambar 7 menunjukan bahwa konsentrasi Pb pada lokasi TPA memiliki jarak konsentrasi antara 0,120 mg/l sampai 0,435 mg/l. Pada Gambar 4.5 menjelaskan bahwa konsentrasi logam berat tertinggi berada pada Sumur 15 yaitu 0,435 mg/l. Jika hasil analisis di bandingkan dengan baku mutu PERMENKES Nomor 492/MENKES/PER/VI/2010, *World Health Organization (WHO) standard for Heavy metals* dan PP Nomor 82 Tahun 2001 semua sampel pada lokasi penelitian melebihi baku mutu dan sangat berbahaya bagi masyarakat sekitar karena masyarakat sekitar menggunakan airtanah sebagai kebutuhan pokok sehari-hari yaitu makan minum dan lain-lain. Senyawa Pb yang masuk ke dalam tubuh melalui makanan dan minuman akan diikutkan dalam proses metabolisme tubuh.

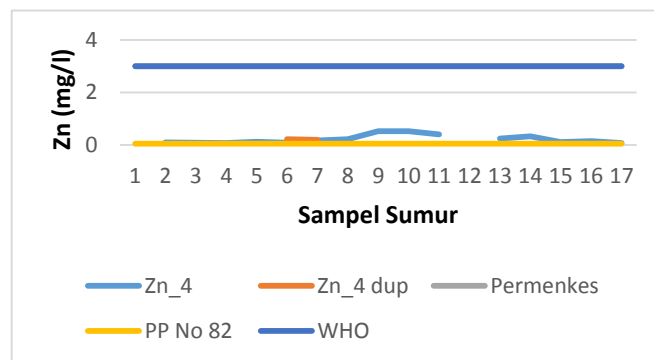
4.2.5 Konsentrasi Mn Dalam Airtanah



Gambar 8. Grafik Konsentrasi Mn Dalam Airtanah

Hasil konsentrasi Mn didalam airtanah pada Gambar 8 menunjukkan bahwa konsentrasi Mn pada lokasi TPA memiliki jarak konsentrasi antara 0,009 mg/l sampai 0,556 mg/l. Pada Gambar 8 menjelaskan bahwa konsentrasi logam berat tertinggi berada pada Sumur 3 yaitu 0,555 mg/l. Jika hasil analisis di bandingkan dengan baku mutu PERMENKES Nomor 492/MENKES/PER/VI/2010, *World Health Organization (WHO) standard for Heavy metals* dan PP Nomor 82 Tahun 2001 semua sampel pada lokasi penelitian tidak melebihi baku mutu terkecuali sumur 3 yang melebihi dari baku mutu.

4.2.6 Konsentrasi Zn Dalam Airtanah

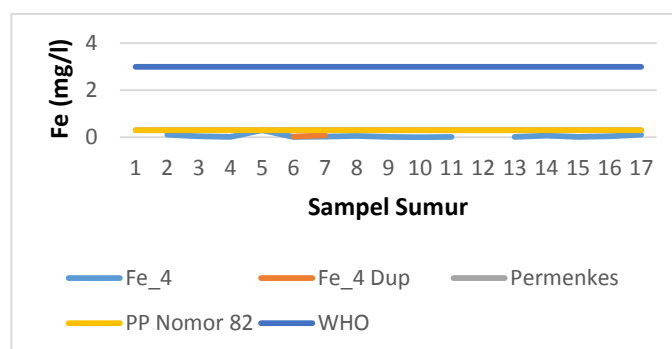


Gambar 9. Grafik Konsentrasi Zn Dalam Airtanah

Hasil konsentrasi Zn didalam airtanah pada Gambar 9 menunjukkan bahwa konsentrasi Zn pada lokasi TPA memiliki jarak konsentrasi antara 0,085 mg/l sampai 0,518 mg/l. Pada Gambar 9 menjelaskan bahwa konsentrasi logam berat tertinggi berada pada Sumur 9 yaitu 0,517975mg/l.

Jika hasil analisis di bandingkan dengan baku mutu PERMENKES Nomor 492/MENKES/PER/VI/2010,dan PP Nomor 82 Tahun 2001 semua sampel pada lokasi penelitian melebihi baku mutu. Sedangkan jika di bandingkan dengan *World Health Organization (WHO) standard for Heavy metals* maka semua sampel air di bawah batas maksimal baku mutu yang artinya aman bagi masyarakat.

4.2.7 Konsentrasi Fe Dalam Airtanah



Gambar 10. Konsentrasi Fe Dalam Airtanah

Hasil konsentrasi Fe didalam airtanah pada Gambar 10 menunjukkan bahwa konsentrasi Fe pada lokasi TPA memiliki jarak konsentrasi antara 0,007 mg/l sampai 0,303 mg/l. Pada Gambar 10 menjelaskan bahwa konsentrasi logam berat tertinggi berada pada Sumur 5 yaitu 0,304 mg/l. Jika hasil analisis di bandingkan dengan baku mutu PERMENKES Nomor 492/MENKES/PER/VI/2010, PP Nomor 82 Tahun 2001, dan *World Health Organization (WHO) standard for Heavy metals* maka semua sampel air di bawah batas maksimal baku mutu yang artinya aman bagi masyarakat.

4.3 Hubungan Airtanah Dengan Logam Berat

Arah aliran airtanah sangat menentukan tinggi dan rendah nya konsentrasi logam berat pada suatu sampel. Hasil dari analisis logam berat pada seluruh sampel terdapat beberapa sumur yang konsentrasi logam berat pada air melebihi dari baku mutu. Adapun sumur warga yang melebihi baku mutu tertera pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Sampel Airtanah yang Melebihi Baku Mutu

Sampel	Kadar Logam Berat						
	Fe	Cd	Cr	Cu	Pb	Zn	Mn
Sumur 1							
Sumur 2	0,107	0,004	0,005	0,026	0,165	0,091	0,045
Sumur 3	0,039	0,004	0,005	0,026	0,170	0,085	0,556
Sumur 4	0,012	0,004	0,005	0,026	0,188	0,074	0,015
Sumur 5	0,304	0,004	0,005	0,186	0,202	0,121	0,014
Sumur 6	0,012	0,004	0,005	0,026	0,126	0,085	0,010
Sumur 7	0,025	0,004	0,005	0,026	0,131	0,166	0,018
Sumur 8	0,056	0,004	0,005	0,026	0,133	0,215	0,032
Sumur 9	0,020	0,004	0,005	0,026	0,142	0,518	0,007
Sumur 10	0,006	0,004	0,005	0,026	0,137	0,521	0,009
Sumur 11	0,010	0,004	0,005	0,026	0,135	0,402	0,009
Sumur 12							
Sumur 13	0,007	0,004	0,005	0,026	0,123	0,239	0,007
Sumur 14	0,067	0,004	0,005	0,026	0,135	0,327	0,012
Sumur 15	0,008	0,004	0,044	0,026	0,435	0,109	0,006
Sumur 16	0,043	0,004	0,005	0,185	0,120	0,139	0,009
Sumur 17	0,106	0,004	0,005	0,186	0,242	0,073	0,008

Keterangan* : Cd = Konsentrasi Cd diasumsikan setengah dari nilai LOD yaitu 0,007

Cr = Konsentrasi Cr diasumsikan setengah dari nilai LOD yaitu 0,009

Cu = Konsentrasi Cu diasumsikan setengah dari nilai LOD yaitu 0,051

Pada tabel diatas menjelaskan bahwa logam berat Fe dan Cd tidak melebihi baku mutu yang sudah ditetapkan. Akan tetapi logam berat seperti Cu, Zn, Pb, dan Mn melebihi baku mutu yang berarti hal tersebut sangat membahayakan warga sekitar. Hasil analisis ini belum dapat

menyimpulkan bahwa konsentrasi logam berat di suatu sampel melebihi baku mutu disebabkan oleh pencemaran TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas dikarenakan terdapat faktor lain yang harus di pertimbangkan seperti jenis material tanah yang bisa saja mempengaruhi tingginya konsentrasi logam berat.

4.4 Analisis Konsentrasi Logam Berat Berdasarkan Jenis Material Tanah

Pada sub bab 4.3 di jelaskan arah aliran airtanah bukanlah satu satu nya faktor yang dapat menyebabkan konsentrasi logam berat tinggi, namun bisa terjadi disebabkan oleh material di dalam tanah. Hal ini berkaitan dengan kedalaman airtanah, yang artinya semakin dalam nya sumur maka kemungkinan terkontaminasi oleh logam berat sangatlah kecil dikarenakan air terinfiltrasi terlebih dahulu oleh lapisan-lapisan tanah sebelum masuk ke airtanah. Namun dalam nya dapat juga menyebabkan konsentrasi logam berat pada airtanah, dikarenakan semakin dalamnya sumur maka semakin dekat dengan batuan-batuan alami.

Menurut informasi dari peta geologi lembar purwokerto dan tegal, jenis material tanah pada lokasi sampling yaitu batuan pasir dan batuan breksi, dimana batu breksi berasal dari aktivitas vulkanik dan batu pasir adalah dari sedimen. Formasi tapak yang ada di bagian atas tanah terdiri dari batupasir gamping dan napal berwarna hijau yang mengandung kepingan moluska dan mengandung material Cu (tembaga).

Jadi dapat disimpulkan bahwa konsentrasi logam berat Cu yang tinggi disebabkan oleh jenis material tanah yang ada di lokasi penelitian.

4.4 Analisis Konsentrasi Logam Berat Berdasarkan Permeabilitas Tanah

Permeabilitas tanah sangat di pengaruhi oleh jarak dari sumber tertentu, pada kali ini berarti jarak TPA kepada masing-masing titik sampling harus diketahui. Adapun jarak dari TPA ke masing-masing titik sampling dapat dilihat pada Tabel 4.2,

Tabel 4.2 Jarak Lokasi Sampling

Lokasi Sampling	Jarak dari TPA ke lokasi titik sampling
Sumur 1	84 meter
Sumur 2	140 meter
Sumur 3	170 meter
Sumur 4	190 meter
Sumur 5	230 meter
Sumur 6	630 meter
Sumur 7	135 meter
Sumur 8	500 meter

Lokasi Sampling	Jarak dari TPA ke lokasi titik sampling
Sumur 9	700 meter
Sumur 10	160 meter
Sumur 11	210 meter
Sumur 12	1 km
Sumur 13	1 km
Sumur 14	700 meter
Sumur 15	390 meter
Sumur 16	606 meter
Sumur 17	1 km

Permeabilitas batuan pasir sebesar 0,001 cm/detik, maka jika di koversikan ke satuan m/tahun, akan didapatkan hasil sebesar 1576 m/tahun. . Dengan ini dapat diartikan bahwa satu tahun air akan mengalir lebih dari 1 km, sedangkan TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas didirikan pada tahun 1983. Maka dengan ini dapat disimpulkan bahwasannya tingginya logam berat Mn, Pb dan Zn dapat diindikasikan terkena dampak dari pengoperasian TPA dan hasil ini diperkuat lagi dengan kondisi arah aliran airtanah.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan serangkaian pengujian yang dilakukan dengan tahap observasi lokasi, pengambilan sampel, pengujian sampel dan pembuatan laporan. Maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tingkat konsentrasi logam berat pada sumur-sumur warga teridentifikasi terdapat logam berat, baik yang melebihi baku mutu ataupun tidak melebihi baku mutu. Adapun logam yang teridentifikasi Cd (Cadmium), Fe (Besi), Cu (Tembaga), Pb (Timbal), Cr (kromium), Zn (Seng), dan Mn (Mangan) dan memiliki konsentrasi rata-rata yaitu Cd (Cadmium) 0,004 mg/l, Fe (Besi) 0,055 mg/l, Cu (Tembaga) 0,058 mg/l, Pb (Timbal) 0,172 mg/l, Cr (kromium) 0,007 mg/l, Zn (Seng) 0,211 mg/l, dan Mn (Mangan) 0,051 mg/l.
2. Arah aliran airtanah pada lokasi sampling menunjukkan bahwasannya aliran airtanah pada lokasi sampling bergerak pada arah timur, utara, timur laut, dan sesuai gaya gravitasi.
3. Peta pola aliran airtanah menunjukkan bahwasannya elevasi disekitar TPA lebih tinggi jika dibandingkan dengan elevasi lokasi sampel yang lain. Hal ini menyebabkan bahwa adanya indikasi pencemaran logam berat pada setiap titik sampling yang disebabkan oleh TPA. Akan tetapi terdapat faktor lain yang menyebabkan tingginya konsentrasi logam berat yaitu jenis material tanah. Untuk konsentrasi logam berat Cu Menurut formasi tapak yang ada, di bagian atas tanah terdiri dari batupasir gamping dan napal berwarna hijau yang mengandung

kepingan moluska dan mengandung material Cu (tembaga) jadi dapat disimpulkan hal ini disebabkan oleh jenis material tanah. Sedangkan untuk Zn, Pb, Mn disebabkan oleh pengoperasian TPA, hal ini diperkuat dengan daya serap batuan pasir yang setiap tahunnya air akan mengalir lebih dari 1 km, sedangkan pembangunan TPA sudah terjadi sejak 1983 dan jarak terjauh titik sampling dari TPA adalah 1 km.

5.2 Saran

Dalam rangka menindak lanjuti hasil studi yang dilakukan maka dapat disarankan sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penindakan lanjut oleh pemerintah setempat melihat kondisi airtanah warga yang digunakan untuk kehidupan sehari-hari tercemar oleh logam berat yang bersumber dari TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas.
2. Perlu penelitian lebih lanjut untuk jenis-jenis material batuan di lokasi sampling, karena akan berguna untuk menduga pencemaran-pencemaran airtanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah Arifin, 2013. **Studi Eksprimental Komposisi Fisik dan Kimia Deposisi Sampah TPA Lappadde Pada Cell Open Dumping dan Sanitary Landfill**. Makasar : Jurusan Teknik sipil, Prodi Teknik Lingkungan Universitas Hassanudin.
- Anna Rejeki Simbolon, dkk. 2014. **Analisis Risiko Kesehatan Pencemaran Logam Berat Pada Air, Sedimen, dan Simping (Placuna Placenta) Di Pesisir Kabupaten Tangerang**. Bogor : Institute Pertanian Bogor.
- Ahmed Nur, dkk, 2012. **Groundwater Flow Patterns and Hydrochemical Facies Distribution Using Geographical Information System (GIS) in Damaturu, Northeast Nigeria**. Department of Geology, Modibbo Adama University of Technology, Yola, Nigeria Department of Geology, University of Maiduguri, Maiduguri, Nigeria.
- Apriani. 2011. **Analisa Konsentrasi Logam Berat Besi (Fe), Dan Kromium (Cr) Pada Sumur Artesis Dan Sumur Penduduk (Cincin) Dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapa Atom (SSA) Di kelurahan Rejo Sari Kecamatan Tenayan Raya Kota Pekanbaru**. Program Studi Teknik Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru.
- C. G. Afrifa² ,F. G. Ofosu, dkk, 2015. **Health Risk Assessment of Heavy Metals Exposure From Soil Dust at Selected Fuel Filling Stations in Accra**. Ghana : National Nuclear Research Institute, Ghana Atomic Energy Commission and University of Ghana.

- Direktorat Jenderal PP dan PL Kementrian Kesehatan, 2012. **Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)**. Bakti Husada.
- Erni Mahluddin Yatim, dan Mukhlis. 2013, **Pengaruh Lindi (Leachate) Sampah terhadap Air Sumur Penduduk Sekitar Tempat Pembuangan Sampah (TPA) Air Dingin**. Padang : Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang.
- Drs. Heryando Polar, 2008. **Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat**. Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- Foth, H.D, 1984, **Dasar-dasar Ilmu Tanah**, Terjemahan Purbayani, E.D., D.R. Lukiwati, dan R.Trimulatsih, Gajah Mada Unive, Yogyakarta, hlm. 781.
- Fr. Dian Ekarini, S.Si, 2015. **Aplikasi Gis Untuk Pemetaan Pola Aliran Airtanah di Kawasan Borobudur**. Balai Konservasi Peninggalan Borobudur, Yogyakarta. Forum Geografi, Vol. 22, No. 1, Juli 2008: 145-158.
- Gatot H. Pranomo, 2008. **Akurasi Metode IDW dan Kriging Untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi Di Maros, Sulawesi Selatan**.
- Hamdani Abdulgani, 2013. **Perencanaan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Dengan Sistem Sanitary Landfill Di TPA Pecuk Kabupaten Indramayu**. Indramayu : Sipil Fakultas Teknik, Universitas Wiralodra Indramayu.
- Isa Baba Koki, dkk, 2015. **Health Risk Assessment of Heavy Metals In Water, Air, Soil, and Fish**. Nigeria Department of Chemistry, Northwest University and Department of Chemistry, Bayero University.
- Ir. Wanny Adidarma Dipl.H. 1982. **Mengenal Dasar-dasar Hidrologi**. Bandung : Penerbit NOVA.
- J. Paul Guyer, P.E., R.A. 2009. **Introduction to Sanitary Landfills**. American Society of Civil Engineers and National Society of Professional Engineers.
- Juwitriani Alwi , dkk, 2015. **Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan Timbal (Pb) Pada Masyarakat Yang Mengonsumsi Kerang Kalandue (Polymesoda erosa) Dari tambak Sekitar Sungai Wanggu dan Muara Teluk Kendari**. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Halu Oleo.
- LAKIP, 2012. **Jenis-Jenis Tanah Kabupaten Banyumas**. Kabupaten Banyumas.
- Munawaroh, 2010. **Laporan Praktikum Geohidrologi**. Yogyakarta: Lab. Hidrologi dan Kualitas Air F. Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Musa.O.K, dkk ,2013. **Heavy Metal Concentration in Groundwater around Obajana and Its Environs, Kogi State, North Central Nigeria**. Department of Geology Federal University, Departments of Mineral Resources Engineering Kogi State Polytechnic, Lokoja, Departments of Geology Ahmadu Bello University Zaria, Kaduna State.

- Nuraini, Iqbal, Sabhan, 2015. **Analisis Logam Berat Dalam Air Minum Isi Ulang (AMIU) Dengan Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)**, Jurusan Fisika Fakultas MIPA, Universitas Taduluko.
- NCGIA. 2007. **Interpolation: Inverse Distance Weighting**. <http://www.ncgia.ucsb.edu/pubs/spherekit/inverse.html> (23 Juni 2008).
- Putra Amntha Hasibuan, dkk, 2011. **Studi Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Dengan Metode Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kota Tebing Tinggi**. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Sutandi Maria Christine, 2012. **Airtanah**. Bandung : Jurusan teknik sipil Universitas Kristen Maranatha.
- Subardja, D., S., dkk . 2014. **Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional**. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Suprihanto Notodarmojo, 2005. **Pencemaran Tanah dan Airtanah**. Bandung : Institute Teknologi Bandung.
- Syahrul Basri, Emmi Bujawati, Munawir Amansyah, Habibi , samsiana, 2014. **Analisis Resiko Kesehatan Lingkungan (Model Pengukuran Risiko Pencemaran Udara terhadap Kesehatan)**. Makasar: UIN Alauddin.
- Saldanela, dkk, 2015. **Pemetaan Pola Aliran Airtanah Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kawasam Tampan Kota Pekanbaru**. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Widowati, Wahyu, dkk. 2008. **Efek Toksik Logam**. Yogyakarta: ANDI.
- Winni R.E. Tumanggor, dkk, 2012. **Analisis Konsentrasi Pb Pada Air Sumur Gali Masyarakat di Sekitar Tempat Penimbunan Limbah Padat Industri Timah Dari Daur Ulang Aki Bekas Desa Sei Rotan Kecamatan Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang**. Departement Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara Medan.