

ANALISIS KANDUNGAN TIMBAL (Pb) DAN KADMIUM (Cd) DI TPA RASAU JAYA KABUPATEN KUBU RAYA

Rezky Dwi Satria¹⁾ Isna Apriani¹⁾ Kiki Prio Utomo¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Lingkungan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak
Email : rezkydwisatria@gmail.com

ABSTRAK

Sistem pengelolaan sampah di TPA Rasau Jaya secara *open dumping* diperkirakan berpengaruh negatif terhadap air tanah dangkal di sekitarnya karena lindi yang dihasilkan berpotensi meresap ke air tanah. Kandungan timbal dan kadmium pada lindi dapat menyebar mengikuti aliran air dalam tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi timbal dan kadmium pada air tanah di TPA Rasau Jaya, mengetahui kecenderungan konsentrasinya serta mengetahui aliran air tanah di TPA Rasau Jaya. Sampel air tanah di ambil pada 4 titik sumur pantau dan 1 titik sumur warga dengan metode *grab sample*. Pengambilan sampel dilakukan 2 kali, pertama dilakukan pada kondisi dimana beberapa hari sebelumnya turun hujan dan kedua pada kondisi beberapa hari sebelumnya tidak turun hujan. Konsentrasi logam berat timbal dan kadmium berkisar antara 0,16-1,30 mg/l dan 0,004-0,21 mg/l. Pada kondisi hujan, konsentrasi Pb dan Cd cenderung meningkat dari titik 1 hingga titik 4. Sebaliknya, pada kondisi tidak hujan konsentrasi Pb dan Cd cenderung menurun dari titik 1 hingga titik 4. Aliran air tanah bergerak dari titik 5 (sumur warga) menuju titik 1 (TPA).

Kata Kunci : air tanah, sumur pantau, timbal, kadmium

ABSTRACT

Waste management system in Rasau Jaya Landfill that runs open dumping system may cause negative effects to the ground water around because leachate can potentially infiltrate to the ground water. The concentrations of lead and cadmium in leachate can easily spread and get into the ground water's flow. The aim of the research is to analyze the concentration of lead and cadmium in the ground water around Rasau Jaya Landfill, the trendline of concentration and to know the flow of the groundwater. The ground water sample was taken at 4 monitoring wells and 1 people's well, with grab sample method. The ground water sample was taken twice, first when few days before is raining, second when few days before is not raining. Concentration of lead and cadmium is ranging from 0,16-1,30 mg/l dan 0,004-0,21 mg/l. At condition I, the trendline of lead and cadmium concentration is increasing from point 1 to 4. At the condition II, the trendline of lead and cadmium concentration is decreasing. The groundwater's flow moves from point 5 (people's well) to point 1 (landfill).

Keywords: *ground water, monitoring well, lead, cadmium*

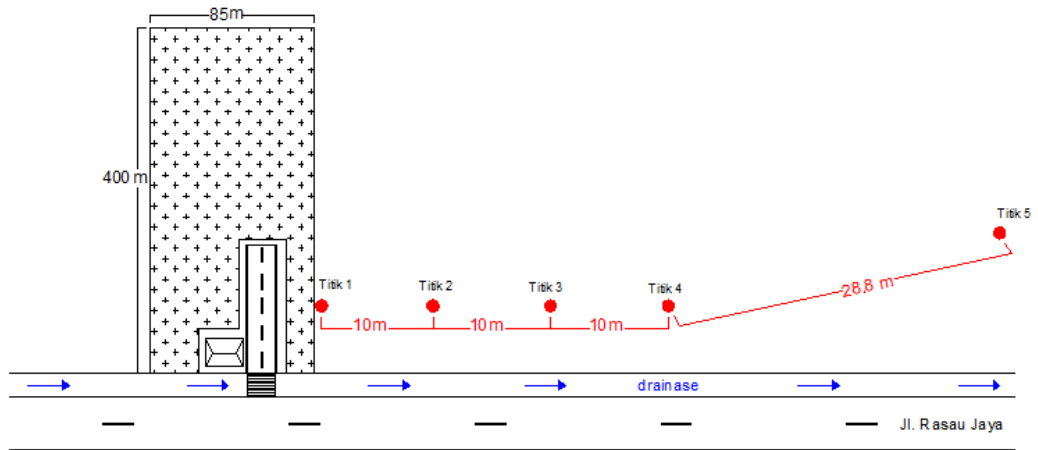
1. PENDAHULUAN

Tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah dengan sistem *open dumping* adalah suatu sistem pengelolaan sampah tanpa memerhatikan aspek kesehatan lingkungan dimana sampah dibiarkan terbuka dan menumpuk pada suatu lokasi pembuangan akhir. Sampah yang dibuang dan tertimbun di TPA mengalami dekomposisi yang bersama air hujan menghasilkan cairan lindi (*leachate*) dan berpotensi mencemari air tanah di sekitar TPA (Tchobanoglous dkk, 1993). Parsons (2002) menjelaskan bahwa air lindi pada umumnya mengandung senyawa-senyawa organik dan anorganik (natrium, kalium, kalsium, magnesium, klor, sulfat, fosfat, fenol, nitrogen dan senyawa logam berat). Langmore (1998) menyebutkan bahwa senyawa logam berat yang sering ditemukan dalam air lindi yaitu arsen, besi, kadmium, kromium, merkuri, nikel, seng, tembaga dan timbal. Menurut Raskin dkk (1994), logam berat dideskripsikan sebagai logam yang mempunyai ciri khas (konduktivitas, kerapatan, stabilitas sebagai kation) tersendiri dan nomor atom di atas 20. Palar (1994) menyebutkan bahwa selain massa jenis dan nomor atom, logam berat dan senyawanya juga mempunyai karakteristik respon biokimia yang spesifik pada organisme. Senyawa logam berat seperti merkuri, kadmium, timbal dan krom menimbulkan efek racun bagi organisme. Hasil penelitian Ganefati (2008) menunjukkan bahwa rata-rata kandungan Pb pada lindi di TPA Piyungan, DIY, sebesar 0,630 mg/l. Hasil penelitian Pujiati dkk (2006) juga menunjukkan konsentrasi Pb yang tinggi yaitu sebesar 129,32 mg/l dan konsentrasi Cd sebesar 14,08 mg/l di TPA. Pb dapat berasal dari sampah cat, kaleng dan baterai. Sedangkan Cd berasal dari sampah baterai dan lampu.

TPA Rasau Jaya merupakan salah satu TPA di Kabupaten Kubu Raya yang menerapkan sistem pengelolaan sampah secara *open dumping* dan terletak dekat dengan pemukiman warga. Hal ini berpotensi mencemari lingkungan sekitar, terutama air tanah. Air tanah/sumur warga di sekitar TPA Rasau Jaya merupakan sumber air bagi masyarakat karena kebutuhan air dipenuhi dari sumur untuk mandi, mencuci dan kebutuhan lain. Hasil penelitian Junita (2013) menunjukkan bahwa sebagian besar air sumur yang berada disekitar TPA Pakusari Jember mengandung Pb dan Cd yang nilainya lebih tinggi dari standar WHO. Jika air tanah yang dikonsumsi warga mengandung logam berat, terutama Pb dan Cd, dan dikonsumsi secara terus menerus, maka dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Berangkat dari pemikiran inilah penulis tertarik untuk menganalisis kandungan Pb dan Cd pada air tanah dangkal (air sumur pantau) di sekitar TPA Rasau Jaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan Pb dan Cd pada air sumur pantau di TPA Rasau Jaya, mengetahui kecenderungan konsentrasi Pb dan Cd di TPA Rasau Jaya serta mengetahui aliran air tanah di TPA Rasau Jaya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di kawasan TPA Rasau Jaya. Air tanah yang di ambil berasal dari sumur pantau yang dibuat di sekitar TPA (kecuali titik 5 yang merupakan sumur warga). Waktu pengambilan dilakukan 2 kali. Pertama pada kondisi dimana beberapa hari sebelumnya turun hujan yaitu tanggal 31 Juli 2015 dan pengambilan kedua dilakukan pada kondisi beberapa hari sebelumnya tidak turun hujan yaitu tanggal 3 Agustus 2015. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah *grab sample* yaitu sampel air yang diambil pada waktu tertentu untuk masing-masing titik yang telah ditentukan. Pengambilan sampel air tanah mengacu pada SNI 6989-58-2008 tentang Metode Pengambilan Sampel Air Tanah. Selain itu juga dilakukan pengukuran muka air tanah. Titik pengambilan sampel ditunjukkan pada Gambar 1.

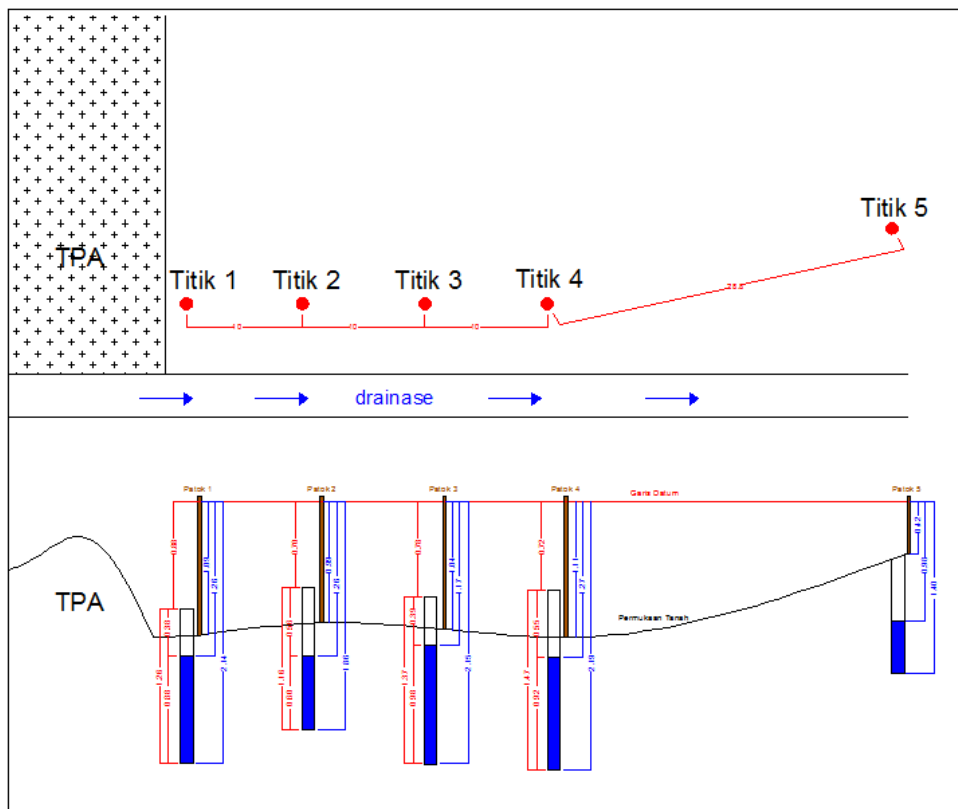


Gambar 1. Denah Lokasi Titik Pengambilan Sampel

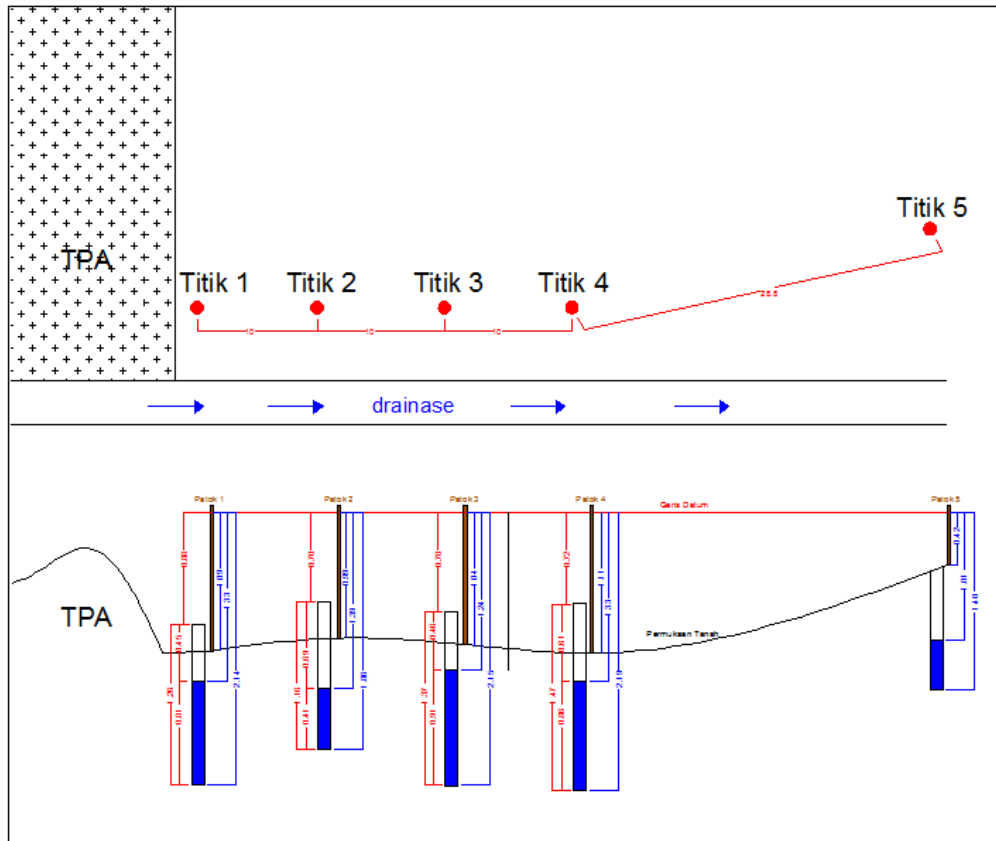
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. PENGAMATAN MUKA AIR TANAH

Pengukuran muka tanah dan muka air tanah dilakukan sebelum pengambilan sampel. Garis datum dijadikan sebagai patokan pengukuran. Profil muka tanah dan muka air tanah ditunjukkan pada Gambar 2 (a dan b).



a. Muka Air Tanah Kondisi Hujan



b. Muka Air Tanah Kondisi Tidak Hujan
Gambar 2. Muka Air Tanah Kondisi Hujan dan Tidak Hujan

Berdasarkan Gambar 2 (a dan b), muka air tanah pada kondisi hujan lebih tinggi dari muka air tanah pada kondisi tidak hujan. Hal ini disebabkan pada kondisi hujan volume air bertambah. Selain itu debit air tanah pada kondisi hujan lebih besar daripada debit air tanah pada kondisi tidak hujan (Wijaya, 2014). Berdasarkan ketinggian muka air tanah, aliran air tanah dapat diketahui bergerak dari titik 5 menuju ke TPA.

B. HASIL UJI KUALITAS AIR

Sampel air tanah dangkal yang diambil di sekitar TPA Rasau Jaya kemudian dibawa ke Laboratorium Kualitas dan Kesehatan Lahan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura untuk dilakukan pengujian. Berikut merupakan hasil uji laboratorium (Tabel 1.).

Tabel 1. Hasil Uji Kualitas Air Tanah

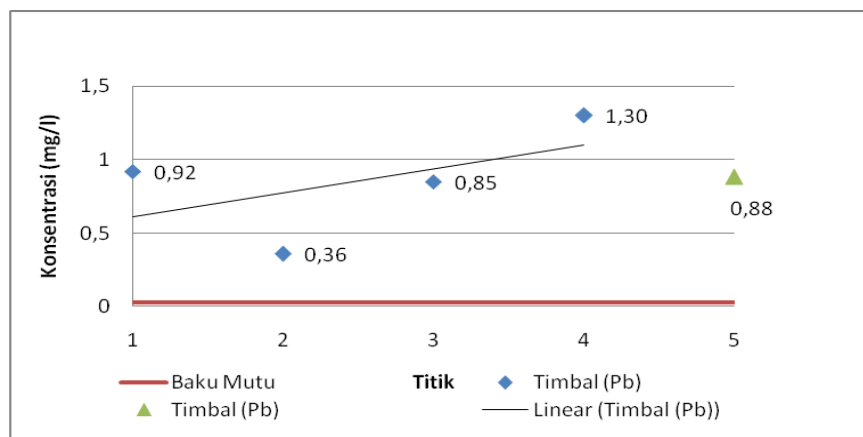
Titik	Pb (mg/l)		Baku Mutu*	Cd (mg/l)		Baku Mutu*
	Hujan	Tidak Hujan		Hujan	Tidak Hujan	
1	0,92	0,87	0,03 mg/l	0,03	0,06	0,01 mg/l (Kelas I, II, III, IV)
2	0,36	0,16	(Kelas I,	0,004	0,01	
3	0,85	0,19	II, III);	0,21	0,02	
4	1,30	0,80	1 mg/l	0,04	0,01	
5	0,88	0,36	(Kelas IV)	0,01	0,01	

*PP Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

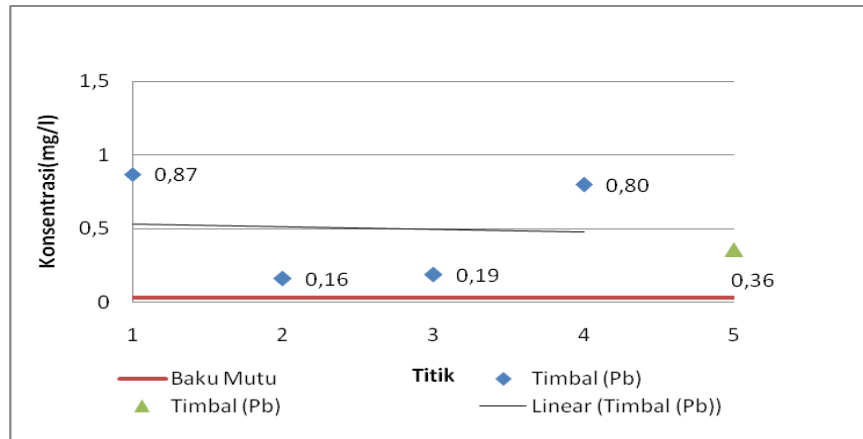
Berdasarkan Tabel 1, pada kondisi hujan konsentrasi Pb paling tinggi di titik 4 yaitu 1,30 mg/l dan konsentrasi terendah di titik 2 yaitu 0,36 mg/l. Saat kondisi tidak hujan konsentrasi Pb tertinggi di titik 1 yaitu 0,87 mg/l dan konsentrasi terendah di titik 2 yaitu 0,16 mg/l. Konsentrasi Cd tertinggi di titik 3 yaitu 0,21 mg/l dan konsentrasi terendah pada titik 2 yaitu 0,004 mg/l pada kondisi hujan. Sedangkan pada kondisi tidak hujan konsentrasi Cd tertinggi pada titik 1 yaitu 0,06 mg/l dan konsentrasi terendah pada titik 2, titik 4 dan titik 5 yaitu 0,01 mg/l. Rata-rata konsentrasi Pb yaitu 0,67 mg/l dan rata-rata konsentrasi Cd yaitu 0,04 mg/l. Hasil uji kualitas air pada kondisi setelah hujan dan tidak hujan yang telah didapat kemudian akan dibandingkan dengan klasifikasi mutu air menurut PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Konsentrasi Pb pada kondisi hujan di titik 1, titik 2, titik 3 dan titik 5 berada di atas baku mutu kualitas air berdasarkan PP Nomor 82 Tahun 2001 kelas I, II dan III, tetapi masih di bawah baku mutu kualitas air kelas IV. Sedangkan di titik 4, konsentrasi Pb tidak memenuhi semua baku mutu kualitas air. pada kondisi tidak hujan, konsentrasi Pb di semua titik berada di atas baku mutu kualitas air kelas I, II, III dan berada di bawah baku mutu kualitas air kelas IV. Untuk konsentrasi Cd di titik 1, titik 3 dan titik 4 berada di atas baku mutu kualitas air kelas I, II, II dan IV, sedangkan di titik 5 konsentrasi Cd berada di ambang batas baku mutu kualitas air semua kelas. Pada kondisi tidak hujan konsentrasi Cd di titik 1 dan titik 3 berada di atas baku mutu kualitas air dan di titik 2, titik 4 dan titik 5 konsentrasi Cd berada di ambang batas baku mutu kualitas air.

➤ **Timbal (Pb)**

Timbal adalah jenis logam yang lunak dan berwarna coklat kehitaman, serta mudah dimurnikan. Timbal termasuk logam berat karena mempunyai berat jenis lebih dari lima kali berat jenis air, yaitu $11,34 \text{ g/cm}^3$. Timbal (Pb) pada perairan ditemukan dalam bentuk terlarut dan tersuspensi. Kelarutan timbal cukup rendah sehingga kadar timbal di dalam air relatif sedikit. Kadar dan toksisitas timbal dipengaruhi oleh kesadahan, pH, alkalinitas, dan kadar oksigen (Effendi, 2003). Berdasarkan hasil dari Laboratorium Kualitas dan Kesehatan Lahan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura diperoleh hasil kandungan Pb pada air tanah yang dinyatakan dalam mg/l. Hasil pengukuran ini kemudian dibandingkan dengan klasifikasi mutu air menurut PP Nomor 82 Tahun 2001. Kelima titik pengambilan sampel mengandung konsentrasi Pb yang berada di atas baku mutu kualitas air. Berikut ini merupakan grafik konsentrasi Pb di setiap titik sampel (Gambar 3).



a. Konsentrasi Pb pada Kondisi Hujan



b. Konsentrasi Pb pada Kondisi Tidak Hujan

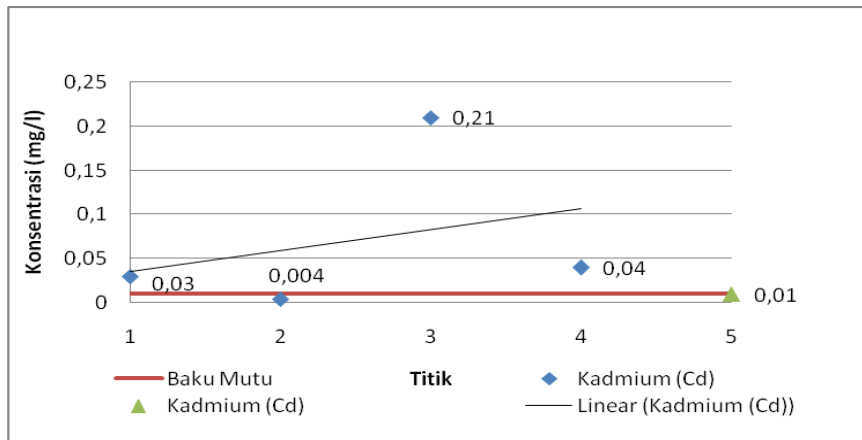
Gambar 3. Konsentrasi Pb pada Kondisi Hujan dan Tidak Hujan

Pada kondisi hujan, konsentrasi Pb cenderung meningkat dengan konsentrasi tertinggi pada titik 4 yaitu 1,3 mg/l dan terendah pada titik 2 yaitu 0,36 mg/l. Pada kondisi tidak hujan, konsentrasi Pb cenderung menurun dengan konsentrasi tertinggi tertinggi pada titik 1 yaitu 0,87 mg/l dan terendah pada titik 2 yaitu 0,16 mg/l. Konsentrasi yang tinggi di titik 1 disebabkan letaknya yang tepat di samping TPA Rasau Jaya. Sejalan dengan penelitian Junita (2013) bahwa kawasan yang berbatasan langsung dengan TPA berpotensi terkena dampak dari kegiatan TPA. Konsentrasi Pb mulai meningkat pada titik 3 (kondisi hujan dan tidak hujan). Hal ini disebabkan adanya tumpukan sampah yang mengandung timbal di dekat titik pengambilan sampel. Secara keseluruhan, konsentrasi Pb pada kondisi hujan dan tidak hujan berada di atas baku mutu kualitas air menurut PP Nomor 82 Tahun 2001 untuk kelas I, II dan III ($\leq 0,03$ mg/l), namun masih berada di bawah baku mutu kualitas air kelas IV (≤ 1 mg/l). Titik 5 merupakan sumur warga yang dijadikan sebagai kontrol. Konsentrasi Pb pada titik 5 berada di atas baku mutu. Konsentrasi Pb yang tinggi di titik 5 diduga berasal dari sumber lain yang mengandung Pb yang terletak di sekitar titik 5. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya hasil yang fluktuatif pada konsentrasi Pb di setiap sumur pantau. Hal ini sejalan dengan penelitian Putra (2010) yang menunjukkan hasil pemeriksaan terhadap kualitas kimia terbatas air sumur gali yang diperiksa, dimana semuanya menunjukkan angka atau kadar yang bervariasi.

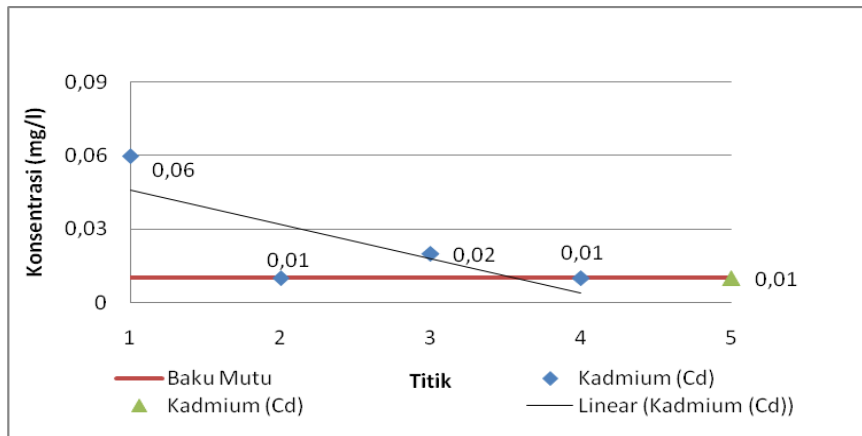
➤ **Kadmium (Cd)**

Kadmium adalah suatu logam putih, mudah dibentuk, lunak dengan warna kebiruan. Kadmium termasuk logam berat karena mempunyai berat jenis lebih dari lima kali berat jenis air, yaitu $8,65 \text{ g/cm}^3$ (Palar, 2008). Logam ini sering digunakan sebagai pigmen pada keramik, dalam penyepuhan listrik, pada pembuatan baterai alkali (Rahman, 2006). Kelarutan kadmium cukup rendah sehingga kadar kadmium di dalam air relatif sedikit. Kadar dan toksisitas kadmium dipengaruhi oleh kesadahan, pH, alkalinitas, dan kadar oksigen (Effendi, 2003). Berdasarkan hasil dari Laboratorium Kualitas dan Kesehatan Lahan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura diperoleh hasil kandungan Cd pada air tanah yang dinyatakan dalam mg/l. Hasil pengukuran ini kemudian dibandingkan dengan klasifikasi mutu air menurut PP Nomor 82 Tahun 2001. Sebagian besar konsentrasi Cd berada di atas baku mutu kualitas air, sebagian yang lain

berada di ambang baku mutu kualitas air. Berikut ini merupakan hasil uji konsentrasi Cd di setiap titik sampel (Gambar 4).



a. Konsentrasi Cd pada Kondisi Hujan



b. Konsentrasi Cd pada Kondisi Tidak Hujan

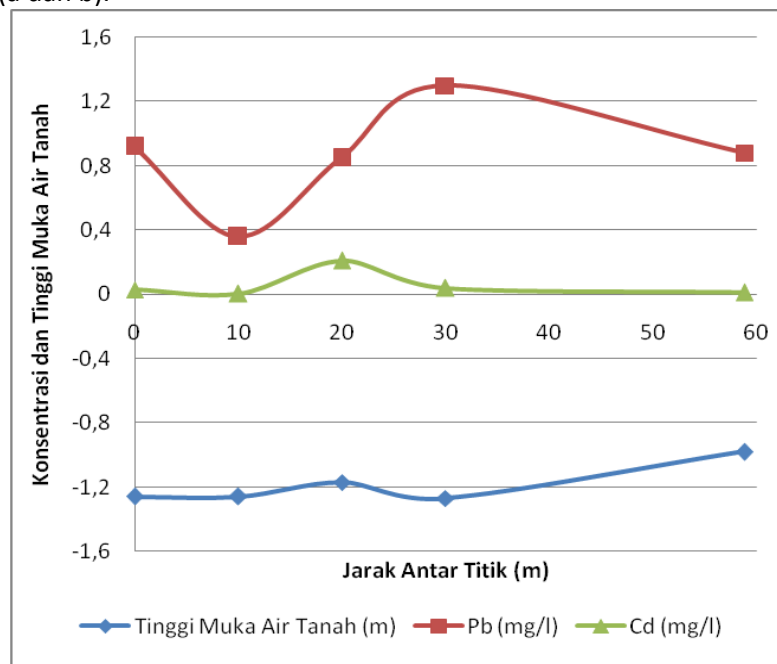
Gambar 4. Konsentrasi Cd pada Kondisi Hujan dan Tidak Hujan

Pada kondisi hujan, konsentrasi Cd cenderung meningkat dengan konsentrasi tertinggi pada titik 3 yaitu 0,21 mg/l dan terendah pada titik 2 yaitu 0,004 mg/l. Pada kondisi tidak hujan, konsentrasi Cd cenderung menurun dengan konsentrasi tertinggi pada titik 1 yaitu 0,06 mg/l dan terendah pada titik 2 dan 3 yaitu 0,01 mg/l. Sejalan dengan konsentrasi Pb, konsentrasi Cd yang tinggi di titik 1 disebabkan letaknya yang tepat di samping TPA Rasau Jaya. Sejalan dengan penelitian Junita (2013) bahwa kawasan yang berbatasan langsung dengan TPA berpotensi terkena dampak dari kegiatan TPA. Konsentrasi Cd juga kembali meningkat pada titik 3 (kondisi hujan dan tidak hujan). Hal ini disebabkan adanya tumpukan sampah yang mengandung Cd yang terletak di dekat titik 3. Pada beberapa titik, konsentrasi Cd berada di atas baku mutu kualitas air untuk semua kelas ($\leq 0,01$ mg/l), namun ada beberapa titik yang memiliki konsentrasi Cd yang berada di ambang batas baku mutu kualitas air. Konsentrasi Cd di titik 5 berada di ambang batas baku mutu. Berdasarkan hasil penelitian, konsentrasi Cd lebih kecil dari konsentrasi Pb. Hal ini disebabkan karena Cd lebih mudah diakumulasi

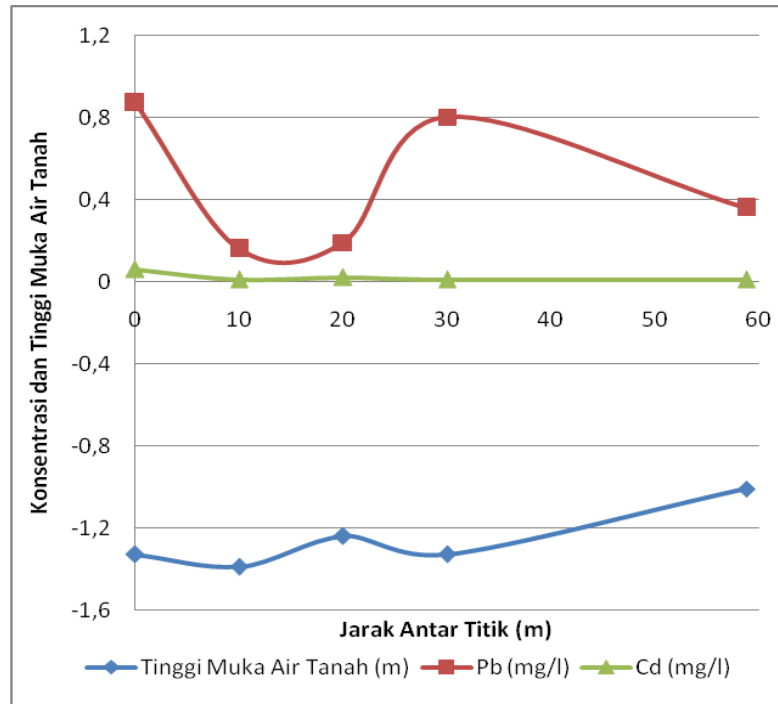
oleh tanaman dibandingkan dengan ion logam berat lain seperti timbal (Suhendrayatna, 2001).

➤ Kecenderungan Konsentrasi Pb dan Cd

Secara keseluruhan, konsentrasi Pb dan Cd pada kondisi hujan cenderung meningkat dibanding kondisi tidak hujan. Pada kondisi hujan, air hujan yang masuk ke aliran air tanah bertambah, sehingga menyebabkan debit dan volumenya bertambah. Air hujan yang melimpas di permukaan juga dapat membawa Pb dan Cd dari TPA langsung menuju ke sumur pantau. Yudhyarto dkk (2015) menyatakan bahwa pada kondisi hujan, debit air lindi menjadi besar sehingga bisa meluap. Selain itu, konsentrasi Pb dan Cd yang meningkat pada kondisi hujan karena hujan melarutkan keberadaan logam di tanah sehingga masuk ke air tanah. Hal ini dijelaskan oleh penelitian Athena dkk (1996), kandungan logam berat pada kondisi hujan kemungkinan besar disebabkan oleh adanya rembesan air hujan yang bersifat asam melalui tanah yang mengandung logam berat ke dalam sumur. Hal ini sejalan dengan Permenkes tahun 2010 dalam penelitian Sakong (2013) yang menyatakan bahwa pH air hujan di kota Pontianak tergolong asam yaitu 4,21-5,95. Derajat keasaman (pH) mempengaruhi kelarutan logam. Pada pH rendah, logam berat mudah larut dalam air tanah sehingga konsentrasi logam dalam air tanah meningkat. Sebaliknya, kenaikan pH akan diikuti dengan semakin kecilnya kelarutan logam berat, sehingga mudah mengendap (Palar, 2008). Berdasarkan penjelasan mengenai konsentrasi Pb dan Cd yang diuji pada kondisi hujan dan tidak hujan dapat dibuat dalam sebuah grafik untuk memperlihatkan secara lebih jelas konsentrasi Pb dan Cd beserta tinggi muka air tanahnya. Berikut dapat dilihat pada Gambar 5 (a dan b).



a. Tinggi Muka Air Tanah dan Konsentrasi Pb dan Cd pada Kondisi Hujan



b. Tinggi Muka Air Tanah dan Konsentrasi Pb dan Cd pada Kondisi Tidak Hujan

Gambar 5. Tinggi Muka Air Tanah dan Konsentrasi Pb dan Cd pada Kondisi Hujan dan Tidak Hujan

Aliran air tanah pada kondisi hujan dan tidak hujan mengalir dari titik 5 (pemukiman) menuju ke titik 1 (TPA). Hal ini disebabkan karena muka air tanah di titik 5 lebih tinggi. Selain itu TPA Rasau Jaya terletak di topografi yang rendah dibandingkan dengan topografi sekitar, sehingga air tanah cenderung mengalir ke arah TPA. Berdasarkan penjelasan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa TPA Rasau Jaya tidak mempengaruhi lingkungan sekitar, khususnya air tanah, karena TPA Rasau Jaya terletak pada topografi rendah.

4. KESIMPULAN

- Konsentrasi Pb dan Cd berkisar antara 0,16-1,30 mg/l dan 0,004-0,21 mg/l. Konsentrasi Pb tertinggi pada kondisi hujan dan tidak hujan yaitu 1,3 mg/l dan 0,87 mg/l, sedangkan konsentrasi Pb terendah pada kondisi hujan dan tidak hujan yaitu 0,36 mg/l dan 0,16 mg/l. Konsentrasi Cd tertinggi pada kondisi hujan dan tidak hujan yaitu 0,21 mg/l dan 0,06 mg/l, sedangkan konsentrasi Cd terendah pada kondisi hujan dan tidak hujan yaitu 0,004 mg/l dan 0,01 mg/l. Rata-rata konsentrasi Pb dan Cd yaitu 0,67 mg/l dan 0,04 mg/l.
- Pada kondisi hujan, konsentrasi Pb dan Cd cenderung meningkat dari titik 1 hingga titik 4. Sedangkan pada kondisi tidak hujan, konsentrasi Pb dan Cd cenderung menurun dari titik 1 hingga titik 4.
- Arah aliran air tanah pada kondisi hujan dan tidak hujan mengalir dari titik 5 (pemukiman) menuju titik 1 (TPA), sehingga TPA Rasau Jaya tidak mempengaruhi lingkungan sekitar, khususnya air tanah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan selesainya penelitian ini saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Allah Swt, kedua orang tua, kedua dosen pembimbing yaitu Ibu Isna Apriani, S.T, M.Si dan Bapak Kiki Prio Utomo, ST., M.Sc serta kepada teman-teman Teknik Lingkungan 2011 dan semua orang yang telah berperan dalam membantu penelitian yang tidak dapat di ucapkan satu persatu. Harapan saya penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Athena, Tugawati A.T dan Sukar. 1996. *Kandungan Logam Berat (Hg, Cd dan Pb) Dalam Air Tanah Pada Perumahan Tipe Kecil Di Jabotabek*. Pusat Penelitian Ekologi Kesehatan, Badan Litbang Kesehatan. Jakarta.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Ganefati, S.P. 2008. *Pengolahan Leachate Tercemar Pb sebagai Upaya Pencegahan Pencemaran Lingkungan TPA*. Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Depkes Yogyakarta. Yogyakarta.
- Junita, LN. 2013. *Profil Penyebaran Logam Berat di Sekitar TPA Pakusari Jember*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Jember.
- Langmore, A., 1998. *Minimum Requirements for Water Monitoring at Waste Management Facilities, 2nd Ed*. Department of Water Affairs and Forestry, Republic of South Africa.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Parsons. 2002. *Impact of Landfill Closure Designs on Long-Term Natural Attenuation of Chlorinated Hydrocarbons*. Environmental Security Technology Certification Program. Arlington.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82. 2001. *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*
- Pujiati, RS., Moelyaningrum, AD., Khoiron. 2006. *Kajian Potensi Sampah TPA Pakusari Sebagai Bahan Kompos dan Briket. Laporan Penelitian*. Lembaga Penelitian Universitas Jember.
- Putra, B. 2010. *Analisa Kualitas Fisik, Bakteriologis Dan Kimia Air Sumur Gali Serta Gambaran Keadaan Konstruksi Sumur Gali Di Desa Patumbak Kampung Kecamatan Patumbak Kabupaten Deli Serdang*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Raskin, I., P, Kumar., Dushenkov, Salt,D.E., 1994. *Current Opinion in Biotechnology* 5:285.
- Sakong, U.K.S. 2013. *Pemanfaatan Green Roof Sebagai Media Filter Air Hujan di Kota Pontianak*. Skripsi. Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Standar Nasional Indonesia Nomor 6989.58.2008 tentang Metode Pengambilan Sampel Air Tanah.
- Suhendrayatna. 2001. *Bioremoval Logam Berat dengan Menggunakan Mikroorganisme Suatu Kajian Kepustakaan*. Insititute for Technology Studies-Chapter Japan.
- Tchobanoglous, G. Theisen, H. Vigil, S. 1993. *Integrated Solid Waste Management: Engineering Princiles and Management Issues*. New York: McGraw-Hill,Inc.
- Wijaya, A. 2014. *Potensi Air Tanah Dangkal di Daerah Kelurahan Kota Baru Kecamatan Pontianak Selatan – Kota Pontianak (Studi Kasus Jalan Dr. Sutomo – Ampera)*. Skripsi. Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Yudhyarto, B., Utomo, B dan Sulastoro. 2015. *Pengaruh Tempat Pembuangan Akhir Sampah Putri Cempo Surakarta Terhadap Kualitas Air Tanah Dangkal Penduduk Sekitar*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.