

Efek Variasi Waktu dan Jumlah Lilitan pada Sistem Filter Elektromagnetik Terhadap Penurunan Kadar Pb, Zn dan Co (Effects of Time Variation and Number of Turns in Electromagnetic Filter Systems on Decreasing Levels of Pb, Zn and Co)

R. Eso^{1*}, M. A. A. Undu¹, Sumarno¹ dan M. Anas¹

¹⁾ Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Halu Oleo

Info

Article history:

Received: 03 Desember 2020

Accepted: 30 Desember 2020

Published: 31 Desember 2020

Abstrak.

Telah dibuat filter elektromagnetik yang berisi 350 gram pasir besi yang diambil dari Pantai Laeya Kabupaten Buton Selatan sebagai filler. Filter elektromagnetik menggunakan pipa PVC berdiameter 1 inci dan menggunakan rangkaian listrik dengan tegangan 16 Volt. Filter ini digunakan untuk menyerap logam berat pada sampel air Teluk Kendari dengan memvariasikan waktu penyaringan 5, 10, 15, 20 hingga 25 menit dan jumlah lilitan kawat 1300, 1600 dan 2000. Kadar logam yang diukur dengan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) menunjukkan penurunan optimum kadar logam berat pada 25 menit penyaringan berturut-turut 0,0333 mg/l, 0,0785 mg/l, dan 0,0181 mg/l untuk Pb, Zn, dan Co dengan penyerapan maksimum berturut-turut 96,02 %, 82,86 % dan 75,57% untuk Pb, Zn dan Co. Variasi jumlah lilitan kawat memperoleh hasil optimum pada 2000 lilitan yaitu berturut-turut 0,0026 mg/l, 0,0131 mg/l, dan 0,0063 mg/l untuk Pb, Zn, dan Co. Hal ini menunjukkan filter elektromagnetik mampu menurunkan kadar logam Pb, Zn dan Co dengan serapan hampir mencapai 100%.

Abstract.

An electromagnetic filter has been made containing 350 grams of iron sand taken from Laeya Beach, South Buton Regency as a filler. The electromagnetic filter uses 1 inch diameter PVC pipe and uses an electric circuit with a voltage of 16 Volt. This filter is used to absorb heavy metals in Kendari Bay water samples by varying the filtering time of 5, 10, 15, 20 to 25 minutes and the number of turns of wire 1300, 1600 and 2000. The metal content measured by the Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) method shows a decrease. The optimum levels of heavy metals at 25 minutes of filtering were 0.0333 mg / l, 0.0785 mg / l, and 0.0181 mg / l respectively for Pb, Zn, and Co with a maximum absorption of 96.02%, respectively. 82.86% and 75.57% for Pb, Zn and Co. The variation in the number of turns of wire obtained the optimum results at 2000 turns, namely 0.0026 mg / l, 0.0131 mg / l, and 0.0063 mg / l for Pb, Zn, and Co., respectively. This shows that the electromagnetic filter can reduce the levels of Pb, Zn and Co metals with absorption almost 100%

Kata kunci:

Filter Elektromagnetik
Logam Berat
Pasir Besi
Spektrofotometer
Serapan Atom

Keywords:

Electromagnetic Filter
Heavy Metal
Iron Sand
Spectrophotometer
Atomic Absorption

*) e-mail: rosliana.eso@uho.ac.id

DOI: 10.22487/gravitasi.v19i2.15357

1. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya teknologi, sektor industri perikanan, pertanian dan kegiatan transportasi laut mendapatkan dampak negatif yang diantaranya adalah peningkatan volume limbah logam berat dari berbagai kawasan di wilayah pesisir, yang bila melampaui keseimbangan air laut akan mengakibatkan sistem perairan tercemar [1]. Logam berat merupakan polutan yang berbahaya bagi kesehatan manusia karena tidak dapat terurai secara alami namun mengendap sebagai residu dalam

tubuh yang disebabkan oleh proses bioakumulasi yang berarti akan meningkatkan konsentrasi unsur kimia dalam tubuh makhluk hidup [2]. Hal demikian menyebabkan terhambatnya pertumbuhan, menimbulkan cacat fisik, menurunkan kecerdasan, serta melemahkan sistem syaraf. Logam berat yang mencemari lingkungan adalah timbal (Pb), seng (Zn), kobalt (Co), tembaga (Cu), dan natrium (Na) [3]. Akumulasi logam Pb dan Zn di perairan Teluk Kendari telah melampaui



baku mutu yang ditetapkan yaitu 0,03 mg/l dan 0,05 mg/l [4]. Demikian juga logam Co yang terakumulasi di teluk kendari mencapai hingga 0,127 mg/l [5]. Demikian dapat disimpulkan bahwa perairan Teluk Kendari tidak ramah untuk kesehatan masyarakat terutama bagi para nelayan Kota Kendari.

Upaya menurunkan kelarutan logam berat di teluk Kendari telah dilakukan melalui cara fisika, kimia maupun biologi, diantaranya menggunakan arang aktif yang diaktivasi secara fisika [5], menggunakan mikroorganisme atau mikrobial yang dalam istilah biologi dikenal dengan bioakumulasi, bioremediasi atau bioremoval untuk penanganan logam berat [6] dan menggunakan reaksi yang terjadi pada kulit kerang sehingga menghasilkan kalsium karbonat (CaCO_3) yang kalsiumnya dapat mengikat logam. Namun, metode penurunan kadar logam diperairan kurang efektif sehingga pada penelitian ini akan menggunakan metode sistem penyaring elektromagnetik yang memanfaatkan prinsip medan magnet yang ditimbulkan oleh adanya arus listrik yang dialirkan ke sebuah solenoida ideal dengan menggunakan pasir besi sebagai media penyaring (adsorpsi) yang merupakan bahan yang mudah termagnetisasi sehingga dapat menarik logam-logam yang masuk ke dalam sistem penyaring sekaligus mengurangi warna dan bau pada perairan yang telah tercemar tersebut. Kandungan mineral yang dominan dalam pasir besi adalah Fe_3O_4 [7, 8], dan dewasa ini berkembang produksi mineral magnetik ini berskala nanopartikel [9] dan untuk aplikasi material feroelektrik [10].

Mengingat pentingnya upaya penurunan kadar logam berat Pb, Zn dan Co di Teluk Kendari yang sudah melampaui kadar maksimum yang diperbolehkan oleh pemerintah (Pb sebesar 0,03 mg/L, Zn 0,05 mg/L, dan Co 0,2 mg/L) [11], maka penelitian ini sangat penting untuk dilakukan yakni dengan memvariasikan waktu penyaringan dan jumlah lilitan pada filter elektromagnetik untuk mendapatkan penurunan kadar logam berat yang optimum.

2. BAHAN DAN METODE

Pembuatan sistem filter elektromagnetik menggunakan material pasir besi yang di ambil dari Kecamatan Laeya Kabupaten Buton Selatan dengan terlebih dahulu mencuci

sampel pasir besi menggunakan aquades dan dikeringkan dibawah sinar matahari. Selanjutnya, memisahkan antara material magnetik dan non magnetik pada sampel menggunakan magnet yang kemudian dihaluskan menggunakan mortar yang kemudian ditimbang menggunakan neraca digital sebanyak 350 gram. Tahapan selanjutnya yaitu membuat rangkaian sistem penyaring dibuat dari pipa PVC (*Polyvinil Chloride*) dengan ukuran 1 inci sepanjang 50 cm dan kawat tembaga yang digunakan berdiameter 0,1 mm dengan jumlah lilitan 1300, 1600 dan 2000 lilitan. Sampel pasir besi dimasukan kedalam solenoida yang telah dibuat dan dialirkan sampel air dari teluk Kendari yang mengandung logam berat untuk menurunkan kadar logam yang terdapat didalamnya. Alat sistem penyaring elektromagnetik ini selanjutnya diuji melalui pengukuran besar medan magnet solenoida, pengecekan peralatan dan pengaturan debit air. Penentuan kadar logam Pb, Zn dan Co menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Efek variasi waktu terhadap penurunan Pb, Zn dan Co

Tahap awal penelitian ini menggunakan 1300 lilitan pada pipa filter elektromagnetik yang berisi pasir besi dengan memvariasikan waktu penyaringan. Hasil Uji Penurunan kadar logam Pb, Zn dan Co berdasarkan waktu penyaringan dengan metode analisis SSA dapat dilihat pada Tabel 1.

3.2. Efek variasi jumlah lilitan kawat terhadap penurunan Pb, Zn dan Co

Tahapan selanjutnya pengujian terhadap optimasi penurunan kadar logam Pb, Zn dan Co dengan memvariasikan jumlah lilitan kawat pada filter elektromagnetik sementara itu waktu penyiraman dipilih 15 menit. Hasil pengukuran kadar logam dengan metode analisis SSA dilihat pada Tabel 2.

3.3. Efektivitas penyerapan logam Pb, Zn dan Co dengan menggunakan sistem filter elektromagnetik

Hasil analisis variasi waktu terhadap efektivitas penyerapan logam berat Pb, Zn dan Co menggunakan sistem filter elektromagnetik dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Hasil Uji Penurunan Logam Pb, Zn dan Co

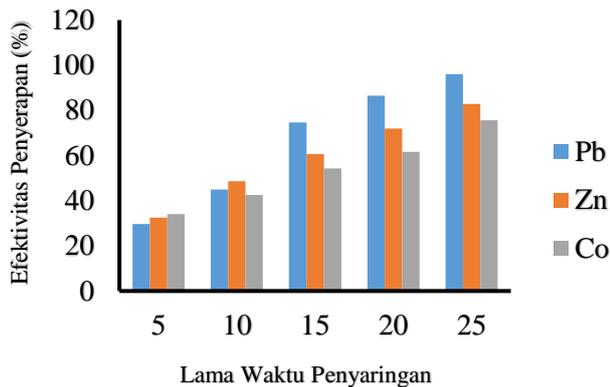
No	Jenis Logam	Kadar Awal (mg/l)	Kadar Logam Berat (mg/l) Berdasarkan Waktu Penyaringan				
			5 Menit	10 Menit	15 Menit	20 Menit	25 Menit
1	Pb	0,8385	0,5897	0,4615	0,2128	0,1128	0,0333*
2	Zn	0,4581	0,3089	0,2356	0,1806	0,1283	0,0785
3	Co	0,0741*	0,0489*	0,0426*	0,0339*	0,0284*	0,0181*

Keterangan :

* Memenuhi batas baku maksimum yang ditetapkan oleh pemerintah.

Tabel 2. Hasil Uji Penurunan Logam Pb, Zn dan Co

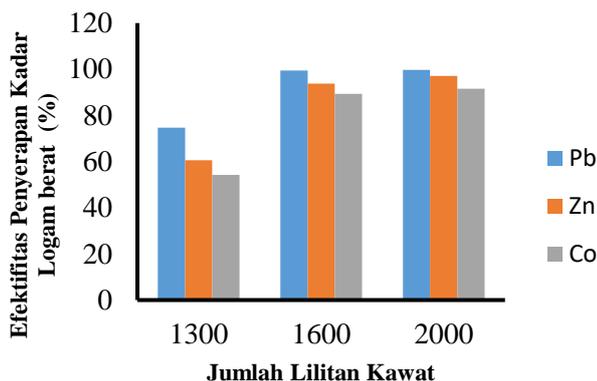
No	Jenis Logam	Kadar Awal (mg/l)	Kadar Logam Berat (mg/l) tanpa lilitan kawat	Kadar Logam Berat (mg/l) dengan Variasi Jumlah Lilitan Kawat		
				1300 lilitan	1600 lilitan	2000 lilitan
1	Pb	0,8385	0,3923	0,2128*	0,0051	0,0026
2	Zn	0,4581	0,2147	0,1806*	0,0288	0,0131
3	Co	0,0741	0,0394	0,0339	0,0079	0,0063



Gambar 1. Efek variasi lama waktu penyaringan terhadap efektivitas penyerapan logam Pb, Zn dan Co.

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa kemampuan filter dalam menyerap logam berat Pb mencapai 92,95% di menit 25 sedangkan Zn sebesar 82,86% dan Co sebesar 75,57% , sehingga dapat dikatakan bahwa kemampuan alat menyerap logam berat lebih efektif pada waktu penyaringan 25 menit.

3.4. Efek variasi jumlah lilitan kawat terhadap efisiensi penyerapan pada logam Pb, Zn dan Co dengan menggunakan sistem filter elektromagnetik



Gambar 2. Efek variasi jumlah lilitan kawat terhadap efektivitas penyerapan logam Pb, Zn dan Co.

Dari Gambar 2 diatas nampak bahwa serapan logam berat optimum mulai pada jumlah lilitan 1600 sampai 2000 lilitan. Hal ini memudahkan penggunaan filter ini dengan lama penyaringan hanya 15 menit maka ketiga logam berat tersebut hampir 100% terserap.

Penelitian ini menggunakan sistem penyaring air berbasis elektromagnetik dengan menggunakan ekstrak pasir besi sebagai *filler*. Pasir besi merupakan bahan ferromagnetik, sehingga dapat memberikan gaya magnet pada benda yang berada di sekitarnya termasuk menarik logam berat yang terlarut pada limbah cair yang melaluinya sekaligus mengurangi warna dan bau dari air yang tercemar [12]. Dari pengujian awal sebelum menggunakan filter elektromagnetik, air laut Teluk Kendari sudah tercemar logam berat dengan kadar jauh diatas ambang batas yang ditetapkan pemerintah. Sistem filter elektromagnetik menggunakan arus listrik yang dihubungkan ke kawat yang dililit pada pipa, sehingga akan meningkatkan kuat medan magnet di dalam pipa solenoid [13], sesuai dengan Hukum Ampere bahwa medan magnet

berbanding lurus dengan kuat arus listrik. Solenoida yang telah diisi dengan pasir besi, kuat medan magnetnya menjadi lebih besar jika dibandingkan dengan solenoida yang tidak diisi pasir besi. Hal ini disebabkan karena pasir besi yang berada dalam tabung solenoida telah termagnetisasi. Sistem filter elektromagnetik mampu menurunkan kelarutan suatu logam berat, dimana pada sistem filter elektromagnetik terdapat hubungan kuat medan solenoida dengan peningkatan kuat arus pada solenoida sebelum dan sesudah diisi pasir besi.

Kemampuan filter dari pasir besi menyerap logam berat yang terdapat pada air karena pasir besi didominasi oleh magnetit (Fe_3O_4) yang berfungsi sebagai adsorben untuk mengadsorpsi logam berat. Hal ini menunjukkan bahwa nanopartikel magnetik Fe_3O_4 dapat mengadsorpsi logam berat seperti Pb, Cu, Zn dan Mn pada variasi pH, temperatur dan waktu kontak yang berbeda [14]. Selain itu, Sartika, dkk (2019) melakukan analisis distribusi nanopartikel Fe_3O_4 terhadap penyerapan logam berat Pb menunjukkan produk sintesis Fe_3O_4 mampu menyerap logam Pb dengan baik, dan yang mempengaruhi penyerapan logam Pb yaitu variasi adsorbennya [15]. Semakin besar adsorben maka penyerapan logam Pb juga semakin besar menunjukkan bahwa penyerapan logam Pb menggunakan nanomaterial pasir besi dengan variasi waktu dan hasilnya signifikan [16].

Grafik pada Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan optimasi kerja filter elektromagnetik pada lama penyiraman 25 menit dan jumlah lilitan mulai dari 1600 lilitan hingga 2000 lilitan. Efektivitas penyerapan logam Pb, Zn dan Co dengan sistem filter elektromagnetik dan menggunakan pasir besi sebagai fillernya menunjukkan bahwa, keefektifan penyerapan logam Pb terjadi pada menit ke 25 dengan efektivitas mencapai 96,02%, Zn sebesar 82,86% dan Co sebesar 75,57% sedangkan keefektifan berdasarkan jumlah lilitan kawat terjadi pada 2000 lilitan dengan efektivitas 99,68 % untuk Pb, 97,14% untuk Zn dan 91,49% untuk Co. Sementara pada menit ke 5, menunjukkan bahwa efektivitas penyerapan logam Co lebih tinggi dibanding dengan Pb dan Zn. Hal ini dikarenakan logam Co lebih cepat ditarik oleh pasir besi yang bersifat Ferromagnetik karena mengandung Fe_3O_4 . Namun pada menit ke 10 sampai 25 terjadi penurunan dalam penyerapan logam Co. Hal ini disebabkan karena penyaring yang sudah cukup panas sehingga membuat pasir besi menjadi cepat jenuh. Penyerapan logam berat tidak hanya dipengaruhi oleh kandungan magnetik pada filter akan tetap juga dapat dipengaruhi oleh pori-pori pasir sangat mendukung pemanfaatannya sebagai adsorben. Semakin kecil ukuran pori-pori silika maka semakin besar kemampuan adsorpsinya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa optimasi lama waktu penyaringan pada sisten filter elektromagnetik dengan jumlah lilitan 1300 lilitan adalah 25 menit dengan efektivitas penyerapan kadar logam Pb sebesar 92,95 % , Zn sebesar 82,86% dan Co sebesar 75,57%. Sitem filter elektromagnetik lebih efisien dalam menyerap logam Pb, Zn dan Co pada jumlah lilitan 1600 dan 2000 lilitan dengan waktu penyiraman selama 15 menit. Hal ini selain mengefisienkan waktu juga alat ini dapat menyerap hampir 100 % semua unsur logam berat dengan jumlah lilitan 1600 dan 2000 lilitan. Dengan demikian optimasi kerja dan

efisiensi alat filter elektromagnetik ini pada jumlah lilitan 1600 dengan waktu penyaringan 15 menit atau menggunakan 1300 lilitan namun lama penyaringan 25 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dahuri, R. 1998, *Pengaruh Pencemaran Limbah Industri Terhadap Potensi Sumber Daya Laut*. Makalah pada seminar Teknologi Pengelolaan.
- [2] Ashraf, 2016, *Level of selected Heavy Metals in Tuna the Arabian journal for science and engineering*, vol 31, No 3.
- [3] Setyowati, Emerita, 2008, *Studi Fisis Pengaruh Kuat Arus, Jenis Polutan Logam dan Waktu Pengambilan Output Penyaringan terhadap Efektivitas Penyaring Elektromagnetik*, Jurusan Fisika FMIPA UGM, Yogyakarta
- [4] Amriani, Hedarto, B, 2011, Bioakumulasi Logam Berat (Pb) Dan Seng (Zn) Pada Kerang Darah (*Anadara Granosa L.*), *Jurnal Ilmu Lingkungan*.
- [5] Sofyan, M. 2017, *Efek Variasi Temperatur Aktivasi Arang Aktif Kayu Mahoni (Swietenia mahagoni) terhadap Daya Serap Logam Timbal (Pb) Dan Logam Seng (Zn) dari Perairan Teluk Kendari*, Universitas Halu Oleo.
- [6] Purnomo, Dony., 2009, *Logam Berat Sebagai Penyumbang Pencemaran Air Laut*, UNS, Solo
- [7] Jalil, Z., Sari, E. N., Ismail, & Handoko, E. 2014. Studi Komposisi Fasa dan Sifat Kemagnetan Pasir Besi Pesisir Pantai Aceh yang Diseparasi dengan Metode Mechanical Milling, *Indonesian Journal of Applied Physics*, 4(1), pp. 110-114.
- [8] Yulianto A., Bijaksana S., Loeksmanto W., 2003, Comparative Study on Magnetic Characterization of Iron Sand from Several Locations in Central Java, *Kontribusi Fisika Indonesia*, Vol. 14 No.2
- [9] Zhang Y, Xu Q, Zhang S, Liu J, Xu H, and Li J, (2013), Preparation Of Thiol-Modified Fe₃O₄ and SiO₂ Nanoparticles and Their Application for Gold Recovery from Dilute Solution., *Sep. Purif. Technol.*, 116, 391-97.
- [10] Huang, Z.G., Guo, Z.P., Calka, A., Wexler, D., Lukey, C. dan Liu, H.K. 2006. Effects of Iron Oxide (Fe₂O₃, Fe₃O₄) on Hydrogen Storage Properties of Mg-Based Composites. *Journal of Alloys and Compounds*, Vol. 422, Hal. 299-304.
- [11] KMNLH, 2004. Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan. Kantor Menteri Negara Kependudukan Lingkungan Hidup 2004. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup. Kep-51/MNLH/ 2004. Sekretariat Negara, Jakarta. 5 hal.
- [12] Widiyanto E, Kardiman, Fauji N, Karakterisasi Pasir Besi Alam Pantai Samudera Baru dan Pemanfaatannya sebagai Filter pada Sistem Penyaring Elektromagnetik, *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*, Vol 2, No 1
- [13] Zulkifli, 2019, Rancang Bangun pembangkit Listrik Menggunakan Selenida dengan pemanfaatan Fluks Magnet, *Jurnal Teknik Elektro*, vol 2, No 1.
- [14] Damayanti, D.E., 2009, *Studi Penurunan Kadar Logam Besi (Fe) dan Logam Mangan (Mn) pada Air Sumur dari Daerah Klaten dengan Penyaring Elektromagnetik*, Jurusan Fisika FMIPA UGM, Yogyakarta
- [15] Sartika D, dkk 2019, *Studi Penyerapan Logam Berat Pb Menggunakan Nanopartikel Fe₃O₄ JPSE*, *Journal of Physical Science and Engineering*, Vol. 4, No. 1, 2019, Page 18 – 22
- [16] M. Kumari, J. C. U. Pittman, and M. Dinesh, *Heavy Metals [Chromium (VI) and Lead (II)] Removal from Water Using Mesoporous Magnetite (Fe₃O₄) Nanospheres*, *Jurnal of Colloid and Interface Sci.*, vol. 442, pp. 120–132, 2015.