

## ANALISA LOGAM BERAT Fe, Cd, DAN Cu PADA LIMBAH INDUSTRI

Sugianto<sup>(1)</sup>Fretty Siska Rahayu M<sup>(2)</sup>,

*Prodi S1 Fisika*

*Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau*

*Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia*

<sup>(1)</sup>[sugianto@unri.ac.id](mailto:sugianto@unri.ac.id)

<sup>(2)</sup>[frettysiskarahayu@gmail.com](mailto:frettysiskarahayu@gmail.com)

### ABSTRAK

Sampel diambil menggunakan wadah dengan volume 0,6 liter. Jarak dari satu titik ke titik pengambilan sampel kurang lebih 30 m. Alat yang digunakan untuk mengukur konduktivitas adalah Konduktivitas Meter, dan alat yang digunakan untuk mengukur konsentrasi logam berat disetiap sampel adalah Spektrofotometer Serapan Atom. Nilai konduktivitas terbesar adalah  $6,56 \times 10^{-4} S$  yang terdapat pada sampel sumur cincin, nilai resistivitas tertinggi adalah  $2,5 \times 10^4 \Omega m$  sampel air sungai. Konsentrasi logam berat besi (Fe) terbesar adalah 1,993 mg/L yang terdapat pada sampel air sungai, konsentrasi logam berat Cadmium (Cd) terbesar adalah 0,009 mg/L yang terdapat pada sampel sumur bor 5, konsentrasi logam berat Tembaga (Cu) terbesar adalah 0,012 mg/L yang terdapat pada sampel sumur cincin 2. Air yang layak dikonsumsi oleh masyarakat berdasarkan konduktivitas, resistivitas, maupun logam berat adalah air sumur cincin 1 dan sumur cincin 5.

Kata Kunci : Konduktivitas, Resistivitas, Logam Berat, Besi (Fe), Cadmium (Cd), Tembaga (Cu).

### ABSTRACT

Sample taken use a container with volume 0.6 liters. The distance from one point to the sample collection of more or less 30 m. an instrument used to measure conductivity is konduktivitas meters, and an instrument used for measuring the concentration heavy metal luminance sample is of the spectrophotometer absorption atoms. Value conductivity the largest  $6,56 \times 10^{-4} S$  which is found in sample well ring 4, value resistivitas highest is  $2,5 \times 10^4 \Omega m$  sampel the water. Concentration heavy metal iron ( Fe ) the largest 1,993 mg/L which is found in water sample river, concentration heavy metal cadmium (Cd) the the largest 0,009 mg/L that there are in samples of wellhead 5, concentration heavy metal copper (Cu) the largest 0,012 mg/L that there are in samples of well ring 2. Water which good consume by by the community based on conductivity, resistivitas, and heavy metal is well water ring 1 and wells ring 5.

Keywords: Conductivity, Resistivitas, Heavy Metal, Iron (Fe), Cadmium (Cd), Copper (Cu).

## PENDAHULUAN

Air mempunyai peran yang sangat penting bagi kehidupan, karena tidak ada satupun makhluk hidup di bumi ini tidak membutuhkan air. Keberadaan air di muka bumi ini sangat terbatas menurut ruang dan waktu baik menurut kualitas dan kuantitas (Effendi, 2003). Ketersediaan air bawah tanah di setiap daerah ditinjau dari distribusinya tidak selalu sama, ada daerah dengan potensi air sangat besar tetapi ada pula yang potensinya sangat kecil serta tergantung besar kecilnya curah hujan (Effendi, 2003). Persoalan ketersediaan air bersih untuk keperluan rumah tangga merupakan masalah yang dialami setiap daerah, salah satunya disekitar sungai pemukiman penduduk kawasan industri dikecamatan Tualang Kabupaten Siak, dimana sungai ini sudah termasuk dialiri limbah dari industri tersebut.

Pencemaran lingkungan bawah permukaan tanah yang disebabkan limbah merupakan salah satu masalah yang dihadapi oleh Negara berkembang seperti Indonesia (Djajadiningrat dan Harsono, 1990). Limbah dapat mempengaruhi kandungan logam dimana logam memiliki nilai penghantar listrik karena logam bersifat konduktif. Penelitian untuk menentukan parameter fisis air tanah seperti konduktivitas, resistivitas telah

banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya (Natsir, 2014).

Permasalahan yang muncul dilapangan bahwa belum diketahuinya kandungan logam berat dan nilai konduktivitas, resistivitas air bawah tanah di Kecamatan Tualang disekitar kawasan pabrik kertas, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kandungan logam berat, konduktivitas, resistivitas air yang berada disekitar kawasan pabrik kertas tersebut, dengan hal ini dapat memberikan gambaran kualitas air di sekitar kawasan pabrik kertas tersebut.

### Tujuan Penelitian

1. Menentukan konsentrasi logam berat (Fe, Cd, dan Cu), resistivitas, dan konduktivitas listrik disekitar perumahan warga kawasan industri pabrik kertas yang berada di Perawang Kabupaten Siak.
2. Menganalisa konsentrasi logam berat (Fe, Cd, dan Cu), resistivitas, dan konduktivitas listrik disekitar perumahan warga kawasan industri pabrik kertas yang berada di Perawang Kabupaten Siak.
3. Menganalisis tingkat pencemaran limbah kertas pada sekitar perumahan berdasarkan tingkat mutu air bersih.

### Pulp

Pulp merupakan bubur kayu sebagai bahan dasar dalam pembuatan

kertas. Pulp adalah hasil pemisahan serat dari bahan baku berserat yang terbuat dari dari bahan kayu, non kayu, dan kertas bekas (*waste paper*).

### **Kertas**

Kertas adalah bahan yang tipis dan rata, yang dihasilkan dengan kompresi serat yang berasal dari pulp. Serat yang digunakan biasanya adalah alami, dan mengandung selulosa dan hemiselulosa.

### **Limbah Industri Kertas**

Menurut UU RI. No.23/97,1997 pasal 1, Limbah adalah sisa suatu usaha dan atau kegiatan. Limbah merupakan suatu benda yang mengandung zat yang bersifat membahayakan atau tidak membahayakan kehidupan manusia, hewan, serta lingkungan dan umumnya muncul karena hasil perbuatan manusia, termasuk industrialisasi.

### **Sumber Limbah**

Limbah dilihat dari sumbernya ada yang berasal dari industri yang disebut dengan limbah industri, ada yang berasal dari kegiatan pertanian disebut dengan limbah pertanian, ada yang berasal dari pemukiman disebut dengan limbah domestik dan lain-lain (**Juandi. 2009**).

### **Logam Berat**

Logam berat (*heavy metal*) adalah logam dengan massa jenis  $5g/cm^3$  atau lebih, seperti tembaga (Cu) dan seng (Zn). Logam berat dianggap berbahaya bagi

kesehatan bila terakumulasi secara berlebihan di dalam tubuh (**Palar, 2004**).

Besi atau ferrum (Fe) adalah salah satu logam yang paling banyak dijumpai di kerak bumi, metal berwarna putih keperakan, liat dan dapat dibentuk, dialam didapat sebagai hematite (**Slamet, Soemirat, Juli. 2006**). Besi (Fe) memiliki nomor aton 26 dan nomor massa 55,85.

Kadmium merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya karena elemen ini beresiko tinggi terhadap pembuluh darah. Cadmium (Cd) memiliki nomor atom 48 dan nomor massa 112,4.

Tembaga(Cu) merupakan unsur yang terdapat pada deret logam transisi. Tembaga adalah salah satu unsur logam yang diberi lambang Cu dan merupakan konduktor paling baik dengan massa jenis  $8,94\text{ gr/cm}^3$ . Tembaga (Cu) memiliki nomor atom 29 dan nomor massa 63,55.

Air tawar yang alami memiliki kadar besi sekitar 0,5 mg/L sampai dengan 50 mg/L (**Direktorat Penyehatan Air. 1996**). Cadmium (Cd) dalam yang diperbolehkan dalam perairan yaitu 0,003 mg/L(**UPT Pengujian Dinas PU, 2001**). Tembaga (Cu) dalam yang diperbolehkan dalam perairan yaitu 0,02 ppm (mg/liter) (**UPT Pengujian Dinas PU, 2001**).

### **Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)**

Spektrofotometer serapan atom (SSA) adalah suatu alat yang digunakan untuk melihat unsur-unsur logam dengan

panjang gelombang tertentu melalui penyerapan cahaya oleh atom-atom tertentu dalam keadaan bebas.

Atom-atom mengabsorpsi cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya, ketika terjadi radiasi, elektron berada pada transisi dari keadaan energi satu ke energi yang lainnya, saat tereksitasi (tingkat energi tinggi) dan kembali lagi pada keadaan dasar (energi terendah) dengan melepas energi foton pada energi yang sama. Atom dapat menyerap jika energi pada keadaan tinggi dasar melalui foton (Rahmayani, 2009).

**Resistivitas**

Resistivitas juga dinamakan daya hambat jenis, yang merupakan kebalikan dari konduktivitas, Semakin besar nilai resistivitas air maka air akan cenderung memiliki kualitas yang semakin baik karena dapat diasumsikan memiliki kandungan mineral organik dan anorganik yang sedikit, sehingga cenderung lebih baik untuk dimanfaatkan dibandingkan air dengan nilai resistivitas yang lebih rendah(Aritonang, 2014)

**Konduktivitas**

Konduktivitas atau daya hantar merupakan ukuran kemampuan mengalirkan arus listrik, menandakan banyaknya ion yang terkandung didalamnya. Arus listrik pada bahan padat

adalah pergerakan elektron atau disebut juga konduksi elektronik.

Konduktivitas merupakan kebalikan dari resistivitas, begitu juga sebaliknya (Burger dan Robert, 1992).

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \tag{2.1}$$

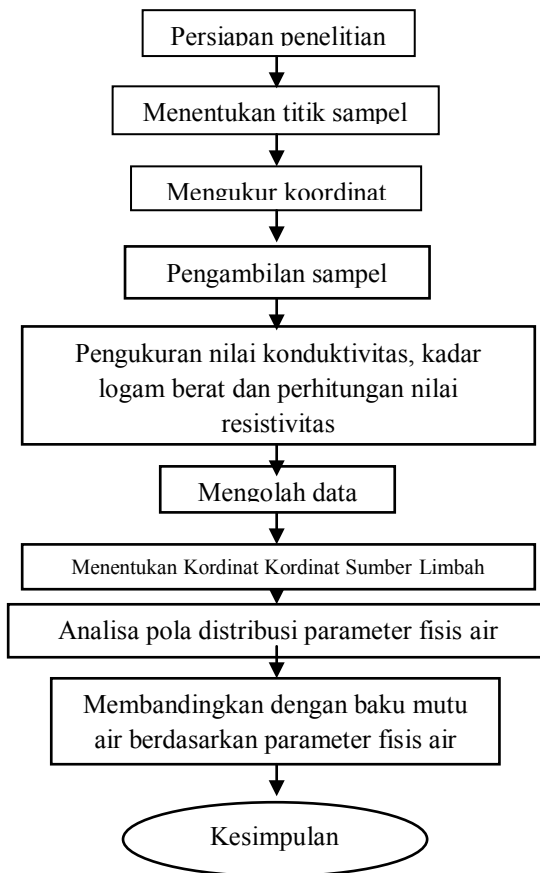
dimana  $\rho$  adalah resistivitas (  $\Omega m$  )

$\sigma$  Adalah konduktivitas ( S )

Alat yang digunakan untuk mengukur konduktivitas suatu bahan adalah konduktivimeter. Satuan untuk konduktivitas biasa dilambangkan dengan S/m yaitu kebalikan dari ohm disebut mho.

**METODOLOGI PENELITIAN**

Langkah-langkah penelitian dijelaskan pada Gambar berikut:



**Gambar 1** Diagram Alir Penelitian

Pengukuran konduktivitas menggunakan konduktivitas meter, sedangkan pengukuran konsentrasi logam berat (Fe, Cd, dan Cu) menggunakan SSA.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

AS merupakan sampel yang diambil dari air sungai, SB1 sampai SB5 merupakan sampel sumur bor 1 sampai sampel sumur bor 5, SC1 sampai SC5 merupakan sampel sumur cincin 1 sampai sumur cincin 5.

Tabel Hasil Pengukuran Nilai Konduktivitas dari setiap lokasi

Sampel	Garis lintang/bujur		Konduktivitas $\sigma(S)$
	Utara	Barat	
AS	0°40'45.3792"	101°36'9.504"	$3,86 \times 10^{-5}$
SB1	0°40'27.3024"	101°36'30.7621"	$1,57 \times 10^{-4}$
SB2	0°40'26.1048"	101°36'30.4308"	$7,31 \times 10^{-5}$
SB3	0°40'28.3908"	101°36'32.2272"	$5,71 \times 10^{-5}$
SB4	0°40'24.5388"	101°36'31.662"	$2,65 \times 10^{-4}$
SB5	0°40'21.702"	101°36'30.1392"	$6,09 \times 10^{-4}$
SC1	0°40'27.4476"	101°36'30.1572"	$4,39 \times 10^{-4}$
SC2	0°40'24.6072"	101°36'31.1292"	$5,57 \times 10^{-4}$
SC3	0°40'24.8872"	101°36'30.8844"	$5,15 \times 10^{-4}$
SC4	0°40'23.0232"	101°36'30.5028"	$6,56 \times 10^{-4}$
SC5	0°40'24.078"	101°36'30.4092"	$3,47 \times 10^{-4}$

Tabel diatas menjelaskan hasil pengukuran nilai konduktivitas yang terdapat pada masing-masing sampel.

Tabel Hasil Perhitungan Nilai Resistivitas dari setiap lokasi

Sampel	Garis lintang/bujur		Resistivitas $\rho(\Omega m)$
	Utara	Barat	
AS	0°40'45.3792"	101°36'9.504"	$2,59 \times 10^4$
SB1	0°40'27.3024"	101°36'30.7621"	$6,46 \times 10^3$
SB2	0°40'26.1048"	101°36'30.4308"	$1,36 \times 10^4$
SB3	0°40'28.3908"	101°36'32.2272"	$1,75 \times 10^4$
SB4	0°40'24.5388"	101°36'31.662"	$3,77 \times 10^3$
SB5	0°40'21.702"	101°36'30.1392"	$1,64 \times 10^3$
SC1	0°40'27.4476"	101°36'30.1572"	$2,27 \times 10^3$
SC2	0°40'24.6072"	101°36'31.1292"	$1,79 \times 10^3$
SC3	0°40'24.8872"	101°36'30.8844"	$1,94 \times 10^3$
SC4	0°40'23.0232"	101°36'30.5028"	$1,52 \times 10^3$
SC5	0°40'24.078"	101°36'30.4092"	$2,88 \times 10^3$

Tabel diatas menjelaskan hasil perhitungan nilai resistivitas berdasarkan pengukuran nilai konduktivitas yang terdapat pada masing-masing sampel.

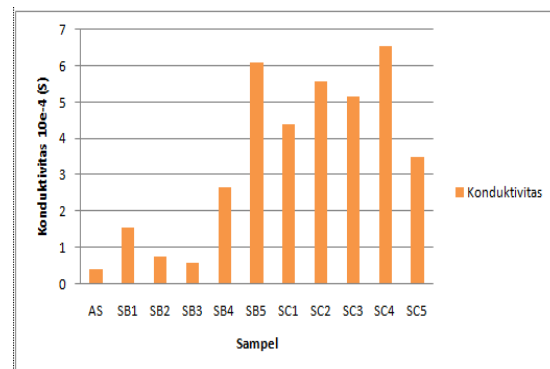
Tabel Hasil Pengukuran analisis logam berat Fe, Cd, Cu pada setiap lokasi

Sampel	Garis lintang/bujur		Logam Berat		
	Utara	Barat	Fe	Cd	Cu
AS	0°40'45.3792"	101°36'9.504"	1,933	0,007	0,008
SB1	0°40'27.3024"	101°36'30.7621"	1,278	0,008	0,002
SB2	0°40'26.1048"	101°36'30.4308"	0,006	0,003	0,002
SB3	0°40'28.3908"	101°36'32.2272"	0,003	0,005	0,004
SB4	0°40'24.5388"	101°36'31.662"	0,010	0,008	0,010
SB5	0°40'21.702"	101°36'30.1392"	0,003	0,009	0,008
SC1	0°40'27.4476"	101°36'30.1572"	0,003	0,003	0,006
SC2	0°40'24.6072"	101°36'31.1292"	0,003	0,003	0,012
SC3	0°40'24.8872"	101°36'30.8844"	0,003	0,002	0,002
SC4	0°40'23.0232"	101°36'30.5028"	0,003	0,002	0,008
SC5	0°40'24.078"	101°36'30.4092"	0,075	0,003	0,002

Tabel diatas menjelaskan hasil pengukuran konsentrasi logam berat yang terdapat pada masing-masing sampel.

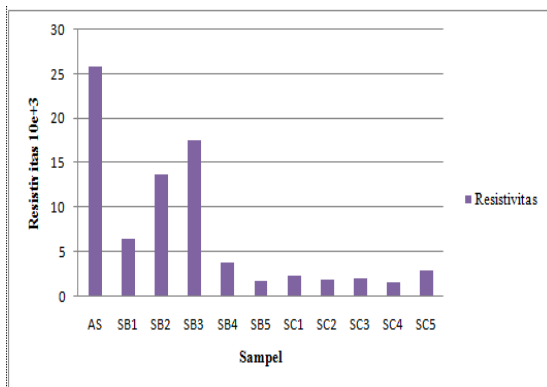
### Pembahasan

#### Analisa Nilai Konduktivitas dan Resistivitas pada Sampel



Gambar Perbandingan Nilai Konduktivitas Pada Sampel

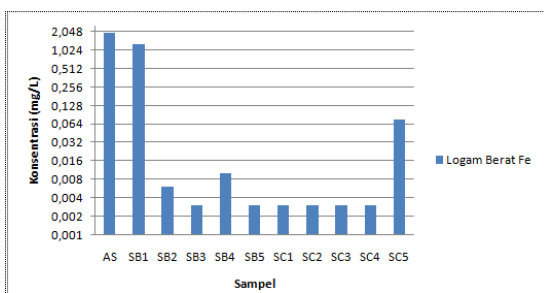
Gambar diatas dapat menjelaskan bahwa nilai konduktivitas yang paling besar terdapat pada sampel SC4 yaitu sebesar  $6,56 \times 10^{-4} S$ , dan nilai konduktivitas terkecil terdapat pada sampel AS yaitu sebesar  $3,86 \times 10^{-5} S$ . Sampel air sungai ini tidak layak dikonsumsi oleh masyarakat, karena sampel tersebut memiliki nilai konduktivitas yang jauh dibawah taraf wajar air murni yang diperlukan oleh metabolisme tubuh, yaitu berkisar antara  $3,00 \times 10^{-4} S$  sampai dengan  $5,00 \times 10^{-4} S$  (Davis dan Wiest, 1996), sehingga berdasarkan nilai konduktivitas, sampel air yang layak dikonsumsi oleh masyarakat adalah air yang diambil dari SC1 dan SC5.



Gambar Perbandingan Nilai Resistivitas Pada Sampel

Gambar diatas menjelaskan bahwa nilai resistivitas tertinggi terdapat pada sampel AS sebesar  $2,5 \times 10^4 \Omega m$  dan resistivitas terkecil pada SC4 sebesar  $1,52 \times 10^3 \Omega m$ . Kecilnya nilai resistivitas tersebut dikarenakan pada sampel SC4 terdapat logam berat Cu yang besar, yaitu 0,008 mg/L. Nilai dari resistivitas yang kecil berarti kemampuan untuk menghambat arus listrik yang mengalir juga kecil, sedangkan mineral-mineral yang bisa menghantarkan arus listrik yang terkandung sangat besar sehingga daya hantar listriknya akan semakin besar. Air minum yang layak dikonsumsi oleh masyarakat memiliki nilai resistivitas  $> 1,8 \Omega m$  (ABEM Terameter), sehingga berdasarkan nilai resistivitas yang dimiliki oleh sampel, semua sampel layak dikonsumsi oleh masyarakat.

### Analisa Konsentrasi Logam Berat Fe Berdasarkan Nilai Baku Mutu Kualitas Air Bersih Menkes.

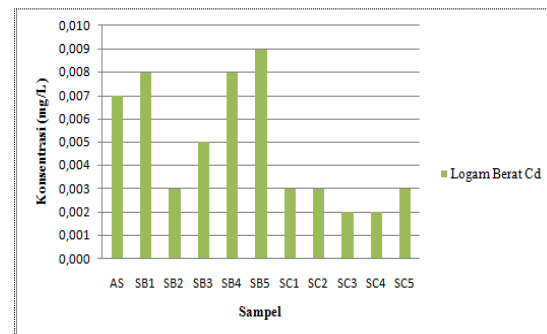


Gambar Perbandingan Konsentrasi Logam Berat Fe pada Sampel AS, SC, dan SB

Gambar diatas menjelaskan bahwa konsentrasi logam berat Fe yang terdapat pada sampel AS sebesar 1,933 mg/L, sedangkan pada sampel SB1 sampei

dengan SB5 dan SC1 sampai dengan sampel SC5 konsentrasi logam berat Fe berada dibawah konsentrasi logam berat Fe sampel AS. Terjadi peningkatan konsentrasi logam berat Fe pada sampel SC5 dan SB4, hal ini dikarenakan SC5 memiliki jarak yang dekat dengat SB4 yaitu sebesar 15 m dan juga sampel SC5 dan SB4 diambil dengan jarak 60 m dari pasar Perawang, sehingga ada pencemaran dari limbah domestik masyarakat, namun meskipun demikian sampel AS, SB1 sampai dengan SB5 dan SC1 sampai dengan SC5 tidak tercemar oleh logam berat Fe yang terdapat pada AS. Konsentrasi logam berat Fe tersebut berada pada batas nilai mutu air bersih yaitu sebesar 0,5 mg/L sampai dengan 50 mg/L (Direktorat Penyehatan Air, 1996), maka air tersebut dapat dikonsumsi oleh masyarakat berdasarkan konsentrasi logam berat Besi(Fe).

### Analisa Konsentrasi Logam Berat Cd Berdasarkan Nilai Baku Mutu Kualitas Air Bersih Menkes.



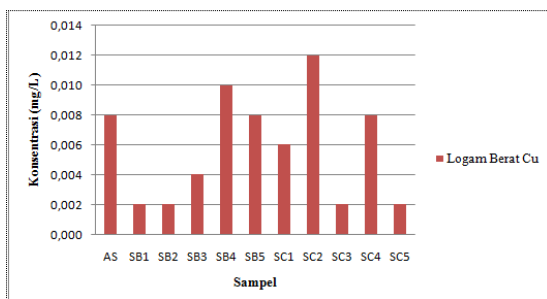
Gambar Perbandingan Konsentrasi Logam Berat Cd Pada Sampel AS, SC dan SB

Gambar diatas menjelaskan bahwa konsentrasi logam berat Cd yang terdapat pada sampel AS sebesar 0,007 mg/L, sedangkan pada sampel SB1 terjadi peningkatan konsentrasi sebesar 0,008 mg/L, hal ini dikarenakan SB1 memiliki jarak yang dekat dengan AS, selain itu SB1 memiliki kedalam sumur hanya 5m dan terjadi penurunan konsentrasi logam berat Cd yang signifikan pada SB2 yaitu sebesar 0,003 mg/L. Hal ini dikarenakan jarak dari SB1 dan SB2 100 m, sedangkan

pada SB3 sampai SB5 terjadi peningkatan konsentrasi Cd, ini disebabkan adanya pencemaran limbah domestik masyarakat karena daerahnya dekat dengan pasar Perawang, selain itu ada beberapa masyarakat yang bercocok tanam sayuran, sehingga ada pencemaran limbah pertanian.

Sampel SC1 sampai dengan sampel SC5 konsentrasi logam berat Fe berada dibawah konsentrasi logam berat Cd pada sampel AS, hal ini dikarenakan jaraknya dari pengambilan AS jauh, sehingga logam berat Cd yang terdapat pada sampel AS tidak mencemari SC1 sampai SC5. Logam berat Cadmium (Cd) yang diperbolehkan dalam perairan yaitu 0,003 mg/L. (UPT Pengujian Dinas PU, 2001), maka air yang layak dikonsumsi oleh masyarakat menurut logam berat Cadmium (Cd) adalah air SB2, dan SC1 sampai dengan SC5.

### Analisa Konsentrasi Logam Berat Cu Berdasarkan Nilai Baku Mutu Kualitas Air Bersih Menkes.



Gambar Perbandingan Konsentrasi Logam Berat Cu pada Sampel AS, SB dan SC

Gambar diatas menjelaskan bahwa konsentrasi logam berat Cu yang terdapat pada sampel AS, yaitu sebesar 0,008 mg/L. Sampel SB1 sampai SB2, SC3 dan SC5 terjadi penurunan konsentrasi logam berat, namun pada SB3 sampai dengan SB5 terjadi peningkatan konsentrasi yang signifikan, besarnya konsentrasi logam berat Cu pada sampel SC1 dan SC2 disebabkan adanya pencemaran limbah domestik oleh warga sekitarnya, sedangkan sampel SC4, SB3 sampai

dengan SB5 diambil didaerah yang dekat dengan pasar perawang, sehingga pencemaran oleh limbah domestik besar, selain itu ada beberapa masyarakat yang memiliki ternak dan juga bercocok tanam, sehingga adanya pencemaran logam berat Cu disebabkan oleh limbah pertanian dan peternakan. Logam berat Tembaga yang diperbolehkan dalam perairan yaitu 0,02 mg/L (UPT Pengujian Dinas PU, 2001), maka semua sampel air yang diteliti layak dikonsumsi oleh masyarakat berdasarkan konsentrasi logam berat Tembaga (Cu).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan ialah :

1. Konduktivitas yang paling tinggi terdapat pada sampel air SC4 sebesar  $6,56 \times 10^{-4} S$ , resistivitas tertinggi terdapat pada sampel air sungai sebesar  $2,5 \times 10^4 \Omega m$ , konsentrasi logam berat Besi (Fe) tertinggi terdapat pada sampel AS sebesar 1,933 mg/L, konsentrasi logam berat Cadmium (Cd) tertinggi terdapat pada sampel air SB5 sebesar 0,009 mg/L, konsentrasi logam berat Tembaga (Cu) tertinggi terdapat pada sampel air SC2 sebesar 0,012 mg/L.
2. Semua sampel memiliki nilai resistivitas diatas  $1,8 \Omega m$  dan juga berdasarkan batas wajar konsentrasi logam berat Besi (Fe) dan Tembaga (Cu) berada dalam batas mutu air bersih. Sampel air berdasarkan konsentrasi logam berat Cadmium (Cd) yang berada diatas batas mutu air bersih adalah air SB2, SC1, SC2, SC3, SC4 dan SC5. Air yang memenuhi batas wajar besar koduktivitas yang diperlukan bagi metabolisme tubuh manusia adalah air yang diambil dari SC1 dan SC5, yaitu masing-masing bernilai  $4,39 \times 10^{-4} S$  dan  $3,47 \times 10^{-4} S$ .

3. Sampel yang diambil dari air sungai, sumur bor, dan sumur cincin yang memiliki nilai konduktivitas yang didalam batas wajar yang dapat dikonsumsi oleh metabolisme tubuh, resistivitas berdasarkan kualitas mutu air bersih, dan juga tidak tercemar oleh logam berat adalah air yang diambil dari SC1 dan SC5, sehingga air tersebut layak dikonsumsi oleh masyarakat.

### Saran

Penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh limbah domestik, limbah peternakan, dan limbah pertanian masyarakat terhadap kualitas air di lingkungan masyarakat, agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal mengenai kelayakan air bagi masyarakat, selain itu perlu adanya penambahan sampel yang diteliti, dan konsentrasi logam berat yang diteliti pada air lebih dari tiga konsentrasi logam berat agar air hasil kelayakan air tersebut lebih maksimal.

### DAFTAR PUSTAKA

- Burger, Robert, H. 1992. *Exploration Geophysics of The Shallow Subsurface*. New Jersey : Prentice Hall.
- Direktorat Penyehatan Air. 1996. *Dasar Penetapan Dampak Kualitas Air Terhadap Kesehatan Masyarakat*. Jakarta : Depkes.
- Djajadiningrat, P. K., Harsono, H. 1990. *Penilaian Secara Cepat Sumber-Sumber Pencemaran Air, Tanah, Dan Udara*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Efendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius
- Juandi, M. 2009. Analisis Pencemaran Limbah Berdasarkan Nilai

Resistivitas. *Jurnal Lingkungan* ISSN 1978-5283

- Natsir, N. A. 2014. Analisis Kandungan MPN Coliform Fecal Pada Sumur Galian Dan Sumur Bor Di RT 01 Desa Batu Merah Kecamatan Sirimau Kota Ambon. *Jurnal Fikratuna* 1: 6.
- Palar, H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta
- Rahmayani, F. 2009. Analisis Kadar Besi (Fe) dan Tembaga (Cu) Dalam air Zam-Zam Secara Spektrofometri Serapan Atom (SSA), Skripsi Jurusan Kimia Analisis, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Slamet, Soemirat, Juli. 2006. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada Univ Press
- UPT pengujian Dinas PU pekanbaru. 2001. Baku Mutu Logam Berat di Perairan. Pekanbaru