

PENENTUAN KONDUKTIVITAS LISTRIK AIR SUNGAI BATANG LUBUH DENGAN MENGGUNAKAN METODE JEMBATAN WHEATSTONE

Riad Syech¹, Rinaldo Abdi², Walfred Tambunan³
adiavu@yahoo.com
Rinaldo_arsel05@ymail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang penentuan konduktivitas listrik air Sungai Batang Lubuh di desa Surau Tinggi di daerah pembuangan limbah pabrik kelapa sawit PT.IMSB menggunakan metode eksperimen Jembatan Wheatstone. Proses dimulai dengan mengambil sampel air Sungai Batang Lubuh pada tujuh titik di daerah sebelum dan sesudah pembuangan limbah pabrik PT.IMSB, kemudian dihitung nilai hambatan, resistivitas, dan konduktivitas listrik air. Pengukuran konsentrasi logam berat (Cu, Pb, Zn) dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai konduktivitas listrik yang besar yaitu pada titik di dekat pembuangan limbah pabrik yaitu sebesar $173,55 \times 10^{-6} \Omega\text{m}^{-1}$ dengan besar konsentrasi Cu 0,348 mg/l, Pb 2,542 mg/l dan Zn 0,985 mg/l, sedangkan konduktivitas listrik yang paling kecil yaitu pada titik sebelum pembuangan limbah pabrik sebesar $33,90 \times 10^{-6} \Omega\text{m}^{-1}$ dengan besar konsentrasi Cu 0,367 mg/l, Pb 1,770 mg/l dan Zn 0,401 mg/l. Hasil ini menjelaskan bahwa air pada tujuh titik pengukuran telah tercemar logam berat Cu, Pb dan Zn karena melewati batas kadar yang diperbolehkan.

Kata Kunci : *Sungai Batang Lubuh, Jembatan Wheatstone, Konduktivitas Listrik, Konsentrasi Logam Berat*

ABSTRACT

This research is aimed to determine electrical conductivity of water of Batang Lubuh river in Surau Tinggi, located in an area of palm oil mill waste disposal PT.IMSB using experiment method of Wheatstone Bridge . This process begun by having the sample of water of Batang Lubuh river at seven spots of that area before and after waste disposal PT.IMSB, and then was calculated value of resistance, resistivity, and electrical conductivity of water. Measurement of the concentration of heavy metals (Cu, Pb, Zn) used by atomic absorption spectrophotometers (AAS). The result showed that the value of a large electrical conductivity that is at a point near the waste disposal, it was $173,55 \times 10^{-6} \Omega\text{m}^{-1}$ with concentration Cu 0,348 mg/l, Pb 2,542 mg/l and Zn 0,985 mg/l, while the smallest electrical conductivity was at the point before the waste disposal $33,90 \times 10^{-6} \Omega\text{m}^{-1}$ with concentration Cu 0,367 mg/l, Pb 1,770 mg/l, and Zn 0,401 mg/l. This result explained that at seven spots of measurement have been contaminated with heavy metals (Cu, Pb, Zn) because it was over the limit permissible levels.

Keywords: *Batang Lubuh River, Wheatstone bridge, Electrical Conductivity, Heavy Metal Concentration*

PENDAHULUAN

Sungai Batang Lubuh adalah salah satu komponen lingkungan yang memiliki fungsi penting bagi kehidupan manusia termasuk untuk menunjang perekonomian di sebagian daerah Rokan Hulu. Air Sungai Batang Lubuh biasa digunakan untuk minum, mandi, mencuci, perikanan, pertanian, dan untuk transportasi. Rokan Hulu merupakan salah satu daerah dengan penghasil kelapa sawit terbesar

di Provinsi Riau, dimana sebagian besar daratan Rokan Hulu ditumbuhi oleh tumbuhan kelapa sawit. Peningkatan kegiatan industri kelapa sawit mempunyai dampak terhadap kerusakan lingkungan termasuk di dalamnya pencemaran sungai, dimana limbah yang dihasilkan oleh Pabrik Kelapa Sawit sebagian besar dibuang kesungai.

Desa Surau Tinggi merupakan desa yang berada di kecamatan Rambah Hilir

kabupaten Rokan Hulu. Desa Surau Tinggi adalah salah satu daerah yang dilintasi oleh sungai Batang Lubuh, dimana di desa ini terdapat Pabrik Kelapa Sawit Indo Makmur Sawit Berjaya (IMSB) yang berada di dekat sungai Batang Lubuh. Hasil aktifitas dari Pabrik Kelapa Sawit ini sebagian besar di buang ke sungai, seperti limbah (cair) yang dapat mengakibatkan pencemaran air sungai Batang Lubuh.

TINJAUAN PUSTAKA

Sungai

Sungai adalah aliran air yang besar dan memanjang yang mengalir secara terus-menerus dari hulu (sumber) menuju hilir (muara). Daerah Aliran Sungai disingkat DAS ialah air yang mengalir pada suatu kawasan yang dibatasi oleh titik-titik tinggi dimana air tersebut berasal dari air hujan yang jatuh dan terkumpul dalam suatu sistem. Guna dari DAS adalah menerima, menyimpan, dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atasnya melalui sungai. Sungai merupakan perairan yang dicirikan oleh arus yang searah dan relatif laju, dengan kecepatan berkisar (0,1 – 1,0) meter/detik, serta sangat dipengaruhi oleh waktu, iklim, bentang alam (topografi dan kemiringan), jenis batuan dasar dan curah hujan.

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. Beberapa di antaranya bersifat membangkitkan

kanker demikian pula dengan bahan pangan dengan kandungan logam berat tinggi dianggap tidak layak konsumsi. Syarat-syarat yang harus dimiliki setiap logam yaitu memiliki kemampuan sebagai penghantar daya listrik yang baik (konduktor), memiliki kemampuan sebagai penghantar panas yang baik, memiliki rapatan yang tinggi, untuk logam padat, bisa dibentuk dengan sedemikian rupa.

Tembaga 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) dalam yang diperbolehkan dalam perairan yaitu 0,02 ppm (mg/liter). Logam seng (Zn) tersedia secara komersial sehingga kebanyakan produksi seng didasarkan pada bijih sulfida. Seng (Zn) dipanggang di dalam pabrik industri untuk membentuk oksida seng (ZnO). Konsentrasi seng (Zn) dalam perairan menurut hasil UPT pengujian dinas PU adalah sebesar 0,05 ppm (mg/liter). Timbal di lingkungan umumnya berasal dari polusi kendaraan bermotor, tambang timah, pabrik plastik, pabrik cat, percetakan, peleburan timah. Kadar logam timbal pada air yang bisa dikonsumsi adalah 0,01 mg/l.

Hukum Ohm

Hukum Ohm menyatakan bahwa besar arus yang mengalir dalam konduktor pada suhu tetap sebanding dengan beda potensial antara kedua ujung-ujung konduktor. Secara matematis hukum Ohm dapat ditulis

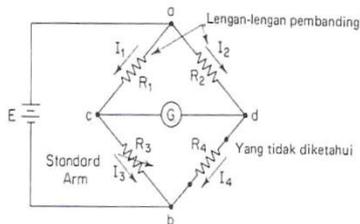
berdasarkan persamaan berikut:

$$R = \frac{V}{I} \dots\dots\dots 1$$

Jembatan Wheatstone

Salah satu cara untuk menentukan besarnya hambatan suatu resistor adalah menggunakan metode jembatan Wheatstone yaitu melakukan perbandingan antara besar hambatan yang telah diketahui dengan besar hambatan yang belum diketahui yang tentunya dalam keadaan jembatan disebut seimbang dimana dalam rangkaian jarum galvanometer menunjukkan skala nol.

Rangkaian jembatan Wheatstone terdiri dari 4 buah hambatan, 2 dari hambatan tersebut adalah hambatan variabel dan hambatan yang belum diketahui besarnya yang disusun secara seri satu sama lain dan pada 2 titik diagonal lainnya diberikan sumber tegangan.



Gambar 1. Rangkaian dasar jembatan wheatstone

Persamaan yang berlaku

$$R_1 R_4 = R_2 R_3 \dots\dots\dots 2$$

Persamaan diatas merupakan bentuk umum dalam kesetimbangan jembatan Wheatstone, jika tiga dari hambatan tersebut diketahui maka hambatan keempat dapat dicari. misalnya tahanan R_4 tidak diketahui (hambatannya R_x) dapat dinyatakan dalam hambatan-hambatan lainnya, yaitu :

$$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_1} \dots\dots\dots 3$$

Prinsip dari metode jembatan Wheatstone adalah sebagai berikut:

1. Hubungan antara resistivitas dan hambatan, yang berarti setiap penghantar memiliki besar hambatan tertentu.
2. Hukum Ohm yang menjelaskan tentang hubungan antara hambatan, tegangan dan arus listrik. Besar arus yang mengalir pada galvanometer diakibatkan oleh adanya suatu hambatan.
3. Hukum Kirchoff 1 dan 2, yang mana sesuai dari hukum ini menjelaskan jembatan dalam keadaan seimbang karena besar arus pada kedua ujung galvanometer sama besar sehingga saling meniadakan.

Daya Hantar Listrik

Konduktivitas atau daya hantar merupakan ukuran kemampuan mengalirkan arus listrik, menandakan banyaknya ion yang terkandung didalamnya. Alat yang dipergunakan untuk mengukur konduktivitas larutan disebut konduktivimeter. Jembatan wheatstone adalah salah satu rangkaian elektronika yang dapat digunakan untuk mengetahui kualitas air yang layak dikonsumsi dengan menghitung nilai hambatan listrik, resistivitas dan konduktivitas air.

Resistivitas merupakan sifat suatu bahwa untuk memberikan hambatan terhadap laju aliran muatan listrik di dalam suatu bahan.

Hambatan berbanding terbalik dengan luas penampang dan sebanding dengan panjang, seperti yang ditunjukkan oleh persamaan.

$$R = \frac{\rho l}{A} \dots\dots\dots 4$$

Konduktivitas (σ) merupakan kebalikan dari resistivitas, sehingga:

$$\rho = \frac{RA}{l} \dots\dots\dots 5$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \dots\dots\dots 6$$

Spektrofometer 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.

Komponen komponen Spektrofometer serapan atom (SSA) adalah Sumber cahaya, Nebulizer, Monokromator, Detektor, Penguat dan Tampilan.

Hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi didapat dari :

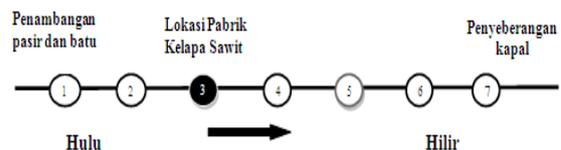
1. Hukum Lambert: bila suatu sumber sinar monokromatik melewati medium transparan, maka intensitas sinar yang diteruskan berkurang dengan bertambahnya ketebalan medium yang mengabsorpsi.
2. Hukum Beer: intensitas sinar yang diteruskan berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya

konstruksi spesi yang menyerap sinar tersebut (Anshori, 2005).

METODE PENELITIAN

Pengambilan Sampel

Sampel dalam penelitian ini diambil dari beberapa titik air di permukaan Sungai Batang Lubuh dekat pembuangan Pabrik Kelapa Sawit. Proses pengambilan air Sungai Batang Lubuh dilakukan sebanyak 1 kali pada 7 titik berbeda dengan jarak pada setiap titik lebih kurang 200 meter, sedangkan jarak dari pinggir sungai ke titik pengambilan sampel adalah 1-2 meter yang dimana pengambilan sampel ini dimulai dari 2 titik sebelum saluran pembuangan limbah. Air sungai Batang Lubuh mengalir dari hulu ke hilir dimana dimulai dari titik 1(hulu) menuju titik 7 (hilir). Sampel diambil pada pukul 09:00 sampai pukul 11:00 WIB menggunakan perahu warga setempat.



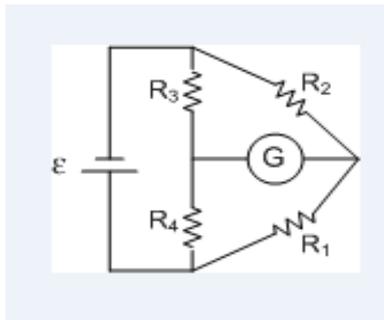
Gambar 2 Pola Pengambilan Sampel

Pengukuran panjang kawat L₃ dan L₄

Pengukuran panjang kawat L₃ dan L₄ menggunakan jembatan Wheatstone dilakukan dengan cara, masukkan sampel air sungai pasang kedalam tabung pipa lalu Nyalakan *power supply* dan atur tegangan. Atur posisi kontak sampai galvanometer menunjukkan angka nol kemudian catat panjang kawat L₃ dan L₄.

Mengukur Hambatan, Resistivitas dan Konduktivitas Listrik Air

Pengukuran hambatan, resistivitas dan konduktivitas listrik dapat dilakukan menggunakan metode jembatan Wheatstone. Rangkaian alat penelitian metode jembatan Wheatstone dapat dimodifikasi seperti gambar berikut:



Gambar 3 Rangkaian penelitian Jembatan Wheatstone



Gambar 4. Rangkaian penentuan hambatan sampel dengan metode Jembatan Wheatstone

Alat dirangkai seperti gambar di atas (arus dalam keadaan *off*), kemudian sampel air Sungai Batang Lubuh dimasukkan ke dalam wadah pipa yang berbentuk tabung. Hidupkan *power supply* lalu tutup saklar, kemudian atur besarnya tegangan yang akan diberikan dengan menggeser-geser kontak geser pada gambar sampai jarum galvanometer berhimpit dengan titik nol. Keadaan seperti ini menyatakan rangkaian dalam keadaan seimbang, dimana pada keadaan seimbang

dimana arus tidak mengalir melalui galvanometer (arus dalam keadaan *on*). Jika R_1 yang diketahui, R_2 adalah sampel, R_3 dan R_4 merupakan kawat nikrom yang mempunyai luas penampang (A) dan hambat jenis (ρ) sama maka persamaan menjadi :

$$R_1.R_3 = R_2.R_4 \dots\dots\dots 7$$

$$R_1.L_3 = R_2.L_4 \dots\dots\dots 8$$

Langkah selanjutnya setelah kesetimbangan tercapai matikan power supply. Setelah hambatan R_1 diketahui, sedangkan L_3 dan L_4 diperoleh berdasarkan penelitian maka R_2 (sampel air Sungai Batang Lubuh) dapat dihitung. Setelah itu dapat ditentukan nilai dari resistivitas sampel. Perhitungan terakhir adalah menentukan nilai konduktivitas listrik air Sungai Batang Lubuh.

Mengukur Konsentrasi Logam Berat Air Sungai Batang Lubuh Menggunakan Spektrofometer Serapan Atom (SSA)

Pengukuran konsentrasi logam berat Cu, Zn dan Pb yang terdapat dalam sampel menggunakan spektroskopi serapan atom. Pengukuran dilakukan dengan cara Alirkan Asetilen ke Spektrofometer dengan membuka aliran dari tabung gas. Atur lampu katoda berongga untuk Cu, Zn dan Pb. Inputkan parameter sampel yang akan dianalisa ke komputer, secara otomatis alat akan menyesuaikan datanya. Jalankan alat dan masukkan pipa penghisap spektrofometer kedalam tabung reaksi larutan standar Cu dan sampel air sungai secara berurutan sesuai

penomorannya. Ulangi langkah 4 untuk logam Zn dan Pb lalu cetak data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil pengukuran rata-rata panjang kawat L_3 dan L_4 dan hasil perhitungan hambatan listrik (R_2), resistivitas (ρ) dan konduktivitas listrik (σ) dari sampel dapat dilihat pada tabel dibawah

Tabel 1. Hasil Pengukuran panjang kawat (L_3 dan L_4) dan Hambatan Sampel

Sampel	R_1 (k Ω)	L_3 rata-rata (m)	L_4 rata-rata (m)	R_2 rata-rata (Ω)
Sampel 1	100	$93,92 \times 10^{-2}$	$6,08 \times 10^{-2}$	$15,47 \times 10^5$
Sampel 2	100	$96,68 \times 10^{-2}$	$3,32 \times 10^{-2}$	$29,19 \times 10^5$
Sampel 3	100	$85,06 \times 10^{-2}$	$14,94 \times 10^{-2}$	$5,69 \times 10^5$
Sampel 4	100	$95,82 \times 10^{-2}$	$4,18 \times 10^{-2}$	$22,94 \times 10^5$
Sampel 5	100	$96,24 \times 10^{-2}$	$3,76 \times 10^{-2}$	$25,61 \times 10^5$
Sampel 6	100	$96,52 \times 10^{-2}$	$3,48 \times 10^{-2}$	$27,77 \times 10^5$
Sampel 7	100	$96,14 \times 10^{-2}$	$3,86 \times 10^{-2}$	$24,92 \times 10^5$

Tabel 2. Hambatan Listrik sampel, resistivitas sampel dan konduktivitas listrik sampel

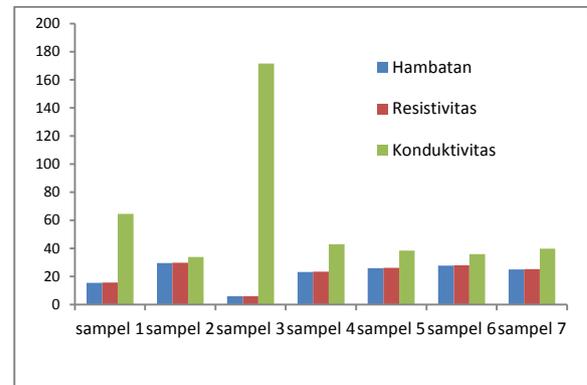
Sampel	R_2 rata-rata (Ω)	ρ rata-rata (Ωm)	σ rata-rata (Ωm) ⁻¹
Sampel 1	$15,47 \times 10^5$	$15,62 \times 10^3$	$64,13 \times 10^{-6}$
Sampel 2	$29,19 \times 10^5$	$29,57 \times 10^3$	$33,90 \times 10^{-6}$
Sampel 3	$5,69 \times 10^5$	$5,76 \times 10^3$	$173,55 \times 10^{-6}$
Sampel 4	$22,94 \times 10^5$	$23,24 \times 10^3$	$43,06 \times 10^{-6}$
Sampel 5	$25,61 \times 10^5$	$25,95 \times 10^3$	$38,57 \times 10^{-6}$
Sampel 6	$27,77 \times 10^5$	$28,13 \times 10^3$	$35,52 \times 10^{-6}$
Sampel 7	$24,92 \times 10^5$	$25,25 \times 10^3$	$39,63 \times 10^{-6}$

Tabel 3. Hasil pengukuran konsentrasi tembaga (Cu), seng (Zn) dan Timbal (Pb)

Sampel	Konsentrasi Logam Berat ($\times 10^{-6} \text{kg/l}$)		
	Tembaga (Cu) mg/l	Seng (Zn) mg/l	Timbal (Pb) mg/l
Sampel 1	0,550	0,701	2,001
Sampel 2	0,367	0,401	1,770
Sampel 3	0,348	0,985	2,542
Sampel 4	0,336	0,580	2,361
Sampel 5	0,271	0,429	2,337
Sampel 6	0,228	0,413	2,110
Sampel 7	0,187	0,341	2,115

Pembahasan

Analisa Hambatan Listrik Rata-Rata, Resistivitas Rata-Rata dan Konduktivitas Listrik Rata-Rata



Gambar 5. Hubungan antara hambatan, resistivitas, dan konduktivitas listrik sampel

Semakin besar hambatan maka resistivitas semakin besar dan konduktivitas akan semakin kecil, sedangkan semakin kecil hambatan maka resistivitas juga semakin kecil dan konduktivitas akan semakin besar.

Konduktivitas listrik paling kecil terdapat pada pengukuran sampel kedua sebesar $33,90 \times 10^{-6} (\Omega m)^{-1}$, resistivitas sebesar $29,57 \times 10^3 \Omega m$ dan hambatan yang tinggi sebesar $29,19 \times 10^5 \Omega$. Sampel kedua merupakan sampel yang berada sebelum pembuangan limbah pabrik PT. IMSB. Tingginya nilai dari resistivitas ini disebabkan oleh sedikitnya mineral-mineral yang dapat menghantarkan arus listrik untuk mengalir, sehingga konduktivitas listriknya semakin kecil. Tingginya nilai resistivitas juga dapat dipengaruhi oleh faktor jarak pada saat pengambilan sampel.

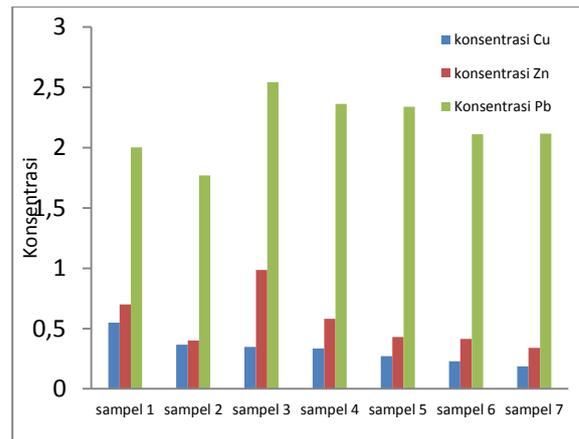
Konduktivitas listrik paling tinggi terdapat pada pengukuran sampel ketiga sebesar $173,55 \times 10^{-6} (\Omega m)^{-1}$, resistivitas sebesar $5,76 \times 10^3 \Omega m$ dan hambatan yang

kecil yaitu $5,69 \times 10^5 \Omega$, dimana sampel ketiga ini merupakan sampel yang tepat berada pada saluran pembuangan limbah pabrik PT. IMSB. 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.

Nilai konduktivitas listrik dari sampel ke 3 (sumber pembuangan limbah) menuju sampel ketujuh mengalami penurunan, hal ini dikarenakan sungai mampu memulihkan dirinya sendiri. Sungai mampu memulihkan dirinya sendiri yaitu dengan mengendapkan mineral yang terdapat pada limbah sehingga mineral-mineral yang diteruskan semakin sedikit. Semakin jauh jarak dari sumber, maka semakin sedikit kandungan pencemar yang diteruskan.

Analisa Konsentrasi Logam Berat Air Sungai Batang Lubuh Menggunakan Spektrofometer Serapan Atom (SSA)

Hasil pengukuran konsentrasi logam berat tembaga (Cu), timbal (Pb) dan seng (Zn) pada air Sungai Batang Lubuh di sekitaran pembuangan limbah PT. IMSB desa Surau Tinggi Kecamatan Rambah Hilir Kabupaten Rokan Hulu dapat dilihat pada tabel 2. Diagram untuk konsentrasi tembaga (Cu), timbal (Pb) dan seng (Zn) dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 6. Hubungan Konsentrasi Logam Berat Cu, Pb dan Zn.

Konsentrasi logam berat tembaga (Cu) yang paling tinggi terlihat pada sampel satu yaitu sebesar 0,550 mg/l, sedangkan konsentrasi logam berat tembaga (Cu) terendah terletak pada sampel titik ketiga sebesar 0,187 mg/l. Logam berat tembaga ini diduga berasal dari pembuangan limbah pemukiman warga serta adanya penambangan pasir dan batu di tepi sungai sebelum sampel pertama. Pembuangan limbah oleh PT. IMSB terlihat tidak terlalu mempengaruhi nilai konsentrasi logam berat tembaga (Cu), hal ini berarti minimnya logam berat tembaga (Cu) yang terdapat pada limbah PT. IMSB yang dialirkan ke sungai.

Konsentrasi logam berat seng (Zn) yang paling tinggi terdapat pada sampel ketiga sebesar 0,985 mg/l, sedangkan nilai konsentrasi logam berat seng (Zn) yang paling rendah sebesar 0,341 mg/l. Nilai konsentrasi logam berat ini diduga berasal dari limbah pabrik serta pembuangan limbah rumah tangga oleh warga sekitar.

Konsentrasi logam berat seng (Zn) sudah cukup tinggi pada sampel pertama, hal ini dikarenakan pembuangan limbah warga

dan penambangan pasir dan batu yang berada sebelum sampel pertama. Penurunan konsentrasi logam berat seng (Zn) terjadi pada sampel kedua, hal ini dipengaruhi oleh jarak dari sumber pencemar yang semakin jauh, kuat arus, serta kemampuan sungai untuk memulihkan diri dari bahan pencemar.

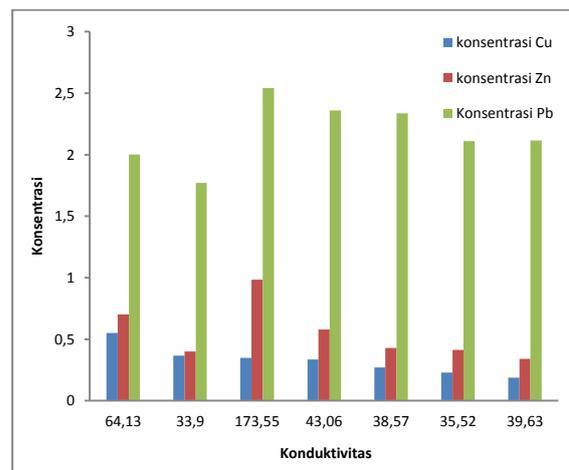
Konsentrasi logam berat timbal (Pb) yang paling tinggi terdapat pada sampel ketiga sebesar 2,542 mg/l, sedangkan konsentrasi logam berat (Pb) yang paling rendah terdapat pada sampel kedua sebesar 1,770 mg/l. Kandungan logam berat ini diduga dari hasil pembuangan limbah pabrik, limbah rumah tangga, maupun hasil dari penambangan pasir dan batu yang ada di Sungai Batang Lubuh.

Konsentrasi logam berat timbal (Pb) mengalami peningkatan pada sampel ketiga setelah mengalami penurunan pada sampel kedua. Peningkatan konsentrasi logam berat timbal (Pb) ini disebabkan oleh limbah yang dibuang PT. IMSB mengandung timbal (Pb). Pencemaran oleh timbal (Pb) ini tidak semuanya berasal dari limbah pabrik PT. IMSB, dimana diketahui bahwa sebelum melalui titik pembuangan nilai kandungan logam berat timbal (Pb) sudah cukup tinggi yaitu sebesar 2,001 mg/l.

Konsentrasi Logam Berat Cu, Pb dan Zn mengalami penurunan dari Sampel ketiga hingga Sampel Ketujuh, hal ini dikarenakan sungai mampu memulihkan dirinya sendiri dari bahan pencemar dengan mengendapkan bahan pencemar, Semakin jauh dari sumber pencemaran maka semakin sedikit bahan pencemar yang diteruskan.

Pengaruh Konsentrasi Logam Berat (Cu, Zn, dan Pb) Terhadap Nilai Konduktivitas Air Sungai Batang Lubuh

Hubungan antara logam berat (Cu, Zn, Pb) dengan nilai konduktivitas sampel air Sungai Batang Lubuh desa Surau Tinggi Kecamatan Rambah Hilir Kabupaten Rokan Hulu dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 7. Hubungan antara logam berat (Cu, Zn, Pb) dengan nilai konduktivitas sampel air Sungai Batang Lubuh

Hubungan konsentrasi logam berat dengan konduktivitas air yaitu berbanding lurus, dimana semakin tinggi nilai konsentrasi logam berat maka semakin tinggi nilai konduktivitas air dan semakin rendah nilai konsentrasi logam berat maka semakin rendah nilai konduktivitas air.

Konduktivitas air Sungai Batang Lubuh yang paling tinggi yaitu sebesar 173,55 x 10⁻⁶ (Ωm)⁻¹, dimana nilai konsentrasi logam berat tembaga (Cu), seng (Zn) dan timbal (Pb) juga tinggi yaitu sebesar 0,348 mg/l, 0,985 mg/l dan 2,542 mg/l. Konduktivitas air Sungai Batang Lubuh yang paling rendah yaitu sebesar 33,90 x 10⁻⁶ (Ωm)⁻¹, dimana

kandungan logam berat tembaga (Cu), seng (Zn) dan timbal (Pb) rendah juga yaitu sebesar 0,367 mg/l, 0,401 mg/l dan 1,770 mg/l.

Analisa Kelayakan Sampel Air Sungai Batang Lubuh

Standar kualitas air menurut nilai konduktivitasnya, semakin tinggi nilai dari konduktivitas listrik maka dapat diasumsikan bahwa kualitas dari air semakin buruk dan sebaliknya jika konduktivitasnya semakin kecil maka dapat diasumsikan bahwa kualitas air semakin bagus. Sampel kedua adalah Sampel yang memiliki kualitas lebih baik dari titik sampel yang lainnya karena memiliki nilai konduktivitas yang lebih kecil yaitu sebesar $33,90 \times 10^{-6} (\Omega\text{m})^{-1}$ dan nilai resistivitas yang lebih besar yaitu $29,57 \times 10^3 \Omega\text{m}$, sedangkan sampel ketiga adalah sampel yang mempunyai kualitas yang paling buruk diantara sampel yang lainnya karena memiliki nilai konduktivitas yang paling besar yaitu sebesar $173,55 \times 10^{-6} (\Omega\text{m})^{-1}$ dan nilai resistivitas yang paling kecil yaitu sebesar $5,76 \times 10^3 \Omega\text{m}$.

Konsentrasi logam berat dalam air harus berdasarkan baku mutu air yang diperbolehkan. Konsentrasi logam berat tembaga (Cu) yang diperbolehkan yaitu 0,02 mg/l, seng (Zn) 0,05 mg/l, dan timbal (Pb) 0,01 mg/l.

Konsentrasi logam berat Cu, Zn dan Pb pada tujuh sampel pengukuran semuanya telah mencemari air Sungai Batang Lubuh, sehingga air tidak layak dikonsumsi. Kandungan logam berat sangat jauh berada pada batas maksimum yang diperbolehkan, hal ini dikarenakan

limbah yang banyak dibuang ke sungai. Berdasarkan pengamatan dari masyarakat setempat, sering ditemukannya ikan-ikan mati dan mengapung di aliran Sungai Batang Lubuh.

KESIMPULAN

Hasil pengukuran dan pembahasan dapat diambil kesimpulan :

1. Konduktivitas listrik rata-rata yang paling tinggi pada sampel air Sungai Batang Lubuh terdapat pada sampel ketiga sebesar $173,55 \times 10^{-6} (\Omega\text{m})^{-1}$ sedangkan konduktivitas listrik yang paling kecil terdapat pada sampel keenam sebesar $33,90 \times 10^{-6} (\Omega\text{m})^{-1}$.
2. Semakin besar nilai konduktivitas air maka kandungan logam beratnya juga semakin tinggi, sedangkan semakin kecil nilai konduktivitas air maka kandungan logam beratnya juga semakin rendah. Konduktivitas air Sungai BatangLubuh yang paling tinggiyaitusebesar $173,55 \times 10^{-6} (\Omega\text{m})^{-1}$, dimana nilai konsentrasi logam berat tembaga (Cu), seng (Zn) dan timbal (Pb) juga tinggi yaitu sebesar 0,348 mg/l, 0,985 mg/l dan 2,542 mg/l. Konduktivitas air Sungai Batang Lubuh yang paling rendah yaitu sebesar $33,90 \times 10^{-6} (\Omega\text{m})^{-1}$, dimana kandungan logam berat tembaga (Cu), seng (Zn) dan timbal (Pb) rendah juga yaitu sebesar 0,367 mg/l, 0,401 mg/l dan 1,770 mg/l.
3. Konsentrasi logam berat Cu, Zn dan Pb berada di atas batas maksimum konsentrasi yang diperbolehkan(Cu 0,02

mg/l, Pb 0,01 mg/l dan Zn 0,05 mg/l), sehingga air Sungai Batang Lubuh pada tujuh sampel pengukuran tersebut tercemar logam berat (Cu, Zn, Pb) dan Air tidak layak dikonsumsi.

4. Persentase kesalahan rata-rata pengukuran nilai konduktivitas oleh metode Jembatan Wheatstone dengan Konduktivimeter rendah yaitu 4,4%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aritonang, A.P., Riad, S & Walfred, T . 2014. Penentuan Konduktivitas Listrik dan Kajian Kualitas Air Sungai Siak Menggunakan Metode Jembatan Wheatstone. *JOM FMIPA* 1: 1-9
- Mardhatillah, W., Riad, S & Walfred, T. 2014. Penentuan Konsentrasi Logam Berat Pb, Cu, Zn dan Konduktivitas Listrik Limbah Cair Industri Pabrik Karet Pekanbaru. *Fmipa UNRI*
- Mulyanto, H.R. 2007. *Sungai, Fungsi dan Sifat-Sifatnya*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Palar, H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta
- Segeryanti, D ., Riad.S& Usman, M . 2015. Analisis Konsentrasi Logam Berat (Cu, Fe, Zn) Konduktivitas Listrik Dan Densitas Air Sungai Gaung Di Desa Semambu Kuning Kecamatan Gaung Kabupaten Indragiri Hilir. *JOM FMIPA* 2: 56-63
- Tipler, P. A. 2001 *Fisika untuk Sains dan Teknik~Jilid 2 (terjemahan)*. Jakarta : Erlangga
- UPT pengujian Dinas PU pekanbaru. 2001. Baku Mutu Logam Berat di Perairan. Pekanbaru