

M, Juandi
2009:3 (1)

ANALISIS PENCEMARAN LIMBAH BERDASARKAN NILAI RESISTIVITAS

Juandi M

*Dosen Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simp. Panam Pekanbaru, e-mail :juandi@unri.ac.id*

Wastes Pollution Analysis as Resistivity Value

Abstract

Research was conducted to analyze the pollution of waste based on the value resistivity, where the relationship is resistivity of BOD and COD at 10 cm depth in the Inlet IPAL PT. RAPP indicates that there is a good correlation between the parameters of waste with a BOD and COD values resistivity, respectively: $BOD = -9.8465 + 552.87$ and $-645.68 + COD = 18,529$. COD has trend greater than the BOD of resistivity for change in other words the presence of COD of waste is likely to be greater influence resistivity price. That the value of BOD and COD as a function of depth in the system outlet IPAL PT. RAPP is BOD values are generally smaller compared with the COD value.

Keywords : *value resistivity, BOD, COD, waste based, correlation*

PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah merupakan salah satu masalah yang dihadapi oleh negara berkembang seperti Indonesia, baik limbah industri maupun limbah rumah tangga. Umumnya limbah yang di buang ke lingkungan akan mempengaruhi lingkungan dimana limbah dibuang (Djajadiningrat dan Harsono, 1990). Apabila dilihat dari bahaya yang ditimbulkan limbah ini ada yang berbahaya dan ada yang tidak berbahaya. Pembuangan limbah yang berbahaya akan menjadi persoalan besar, apabila air yang dikonsumsi oleh manusia, hewan, dan organisme tercemar limbah yang mengandung senyawa berbahaya.

Salah satu metode yang banyak dipakai dalam eksplorasi geofisika adalah metode geolistrik. Metode ini melibatkan pengukuran potensial, arus dan medan elektromagnetik yang terjadi secara alamiah maupun akibat injeksi arus. Salah satu jenis metode geolistrik yaitu geolistrik tahanan jenis atau yang sering disebut metode resistivitas (Soininen, 1985). Tujuan penelitian

ini adalah untuk menganalisa resistivitas air limbah di sistim IPAL PT. RAPP yaitu di inlet dan outletnya.

Limbah adalah bahan, sisa pada suatu kegiatan atau dari suatu proses produksi, dimana tidak lagi berguna atau bermamfaat bagi yang melakukan proses. Biasanya limbah tersebut dibuang ke lingkungan dan akan mempengaruhi lingkungan dimana limbah tersebut di buang (Mahida, 1981). Dari segi sumbernya limbah ini 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 ada yang berasal dari peternakan disebut dengan limbah peternakan dan lain-lain. Karakteristik dari limbah tersebut dapat meliputi meliputi BOD dan COD (Wibisono, 1995).

Limbah industri dapat digolongkan kedalam tiga kelompok yaitu limbah cair, limbah padat dan limbah gas yang dapat mencemari lingkungan sekitar pabrik (Djajadiningrat dan Harsono, 1990). Ada beberapa sumber limbah cair yaitu kondensat dari rebusan limbah, dari stasiun klarifikasi limbah dan hydrocyclone (*claybath*). Adapun parameter yang dijadikan indikator dalam penilaian mutu limbah adalah BOD dan COD. Beberapa bentuk bahan pencemaran adalah: Mercury (Hg) menyebabkan kelumpuhan syaraf, Flour (F) menyebabkan floarosis, Nitrat (NO_3), Salenium (Se), Chromium (Cr), Cadmium (Cd), Barium (Ba) yang menyebabkan keracunan.

Banyak perairan sungai yang tercemar berat oleh sisa-sisa cairan pembuangan industri yang masuk ke dalam sungai-sungai. Hal ini menyebabkan zat-zat beracun yang terdapat pada cairan limbah tersebut terlarut dan terbawa masuk ke perairan sungai. Cairan buangan adalah sisa-sisa buangan dalam suatu bentuk cairan yang dihasilkan dari proses-proses industri. Pencemaran air oleh cairan ini berupa zat-zat beracun seperti asam, basa, garam-garam krom, fenol, sianida insektisida, bahan-bahan kimiawi untuk pertanian, klor, amoniak, hidrogen sulfida dan garam -garam logam berat seperti tembaga, timbal, seng dan air raksa. Walaupun dalam jumlah yang sangat kecil, timbal, seng dan tembaga dapat menghilangkan semua bentuk kehidupan hewan disungai tersebut.

Zat-zat yang mengendap mengurangi masuknya cahaya, akan menekan pertumbuhan ganggang dan mematikan akar-akar tanaman. Endapan lumpur akan menyebabkan arus berubah dan menghilangkan hewan-hewan yang ada didasar, zat-zat yang mengendap dapat menyumbat insang dan menyebabkan ikan-ikan menjadi lemas. Pencemaran organik berat menyebabkan dioksigenetasi karena tidak adanya kegiatan penguraian oleh bakteri (Mahida, 1981).

Ada beberapa sumber cair limbah yaitu kondensat dari rebusan limbah, dari stasiun klarifikasi limbah dan hydrocyclone (*claybath*). Adapun parameter yang dijadikan indikator dalam penilaian mutu limbah adalah BOD. BOD yaitu kebutuhan oksigen biologis, sedangkan COD adalah kebutuhan oksigen kimiawi. Kedua parameter BOD dan COD ini menjadi indikator dalam penilaian mutu limbah. Berdasarkan keputusan menteri LH No. KEP. 51/MENLH/10/1995, menyatakan bahwa indikator BOD dan COD tersebut seperti dinyatakan dalam tabel 1.

Tabel 1.
Baku mutu BOD dan COD

No	Parameter	Kadar maksimum (mg/l)	Beban pencemaran mak. Kg/ton produk
1.	BOD	250	1-5
2.	COD	500	3

Resistivitas Sampel

Resistivitas suatu bahan adalah kesanggupan suatu bahan untuk menghambat aliran listrik yang mengalir didalamnya, dimana listrik hanya dapat mengalir dalam bahan yang bersifat konduktif. Dalam kenyataannya, bumi terdiri dari lapisan-lapisan (ρ) yang berbeda-beda, sehingga potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Dengan demikian harga resistivitas yang terukur bukan merupakan harga untuk satu lapisan saja, hal ini terutama untuk spasi elektroda yang lebar, yang dirumuskan (Dobrin, 1981):

$$\rho_s = k \Delta V / I \dots\dots\dots(1)$$

dengan: ρ_s = resistivitas semu (ohm.m)
 V = Tegangan (Volt)
 I = Arus (Amper)

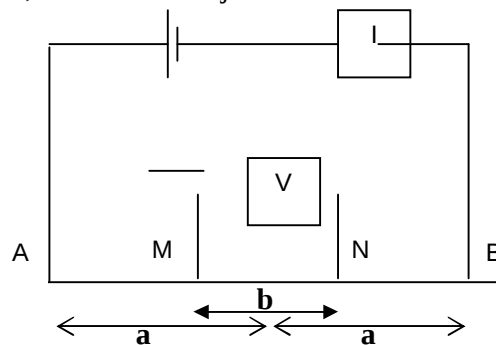
Metode Schlumberger

Ada beberapa cara pengaturan elektroda ini yaitu : Metode Werner, metode dipole-dipole dan metode Schlumberger. Dibandingkan dengan dua metode lainnya metode schlumberger lebih mudah dilakukan karena setiap kalinya hanya memindahkan dua elektroda. Adapun nilai (k) dalam persamaan (1) dirumuskan sebagai berikut:

$$k = \pi \left(\frac{a^2}{b} - \frac{b}{4} \right) \dots\dots\dots(2)$$

Dengan :

‘ k ’ adalah faktor geometris, a dan b adalah jarak elektroda.



Gambar 1.
Pengaturan elektroda cara Schlumberger

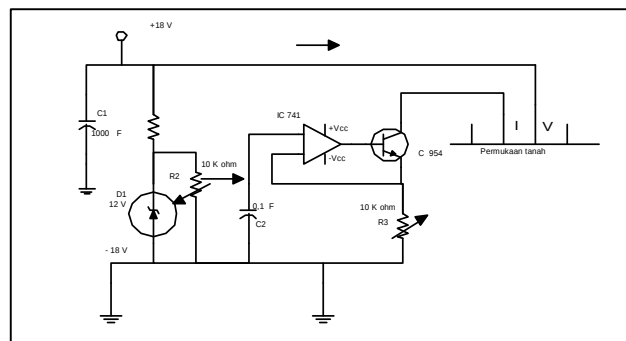
Dalam konfigurasi elektroda cara Schlumberger M dan N digunakan sebagai elektroda potensial dan A,B digunakan sebagai elektroda arus (Bhattacharya dan Patra 1991).

METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen di lapangan yaitu di sistim instalasi pengolahan air limbah PT. RAPP dengan menganalisis nilai resistivitas menggunakan metode Schlumberger.

Rancangan Alat

Dalam penelitian ini alat akan dirancang sedemikian rupa, alat resistivitas disambungkan dengan voltmeter, ampermeter serta batangan elektrode sehingga menjadi satu alat baru yang otomatis. Berikut ini adalah gambar alat ukur resistivitas.



Gambar 2.
Alat pengukuran Resistivitas

Prosedur Penelitian

Konfigurasi elektroda yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menurut aturan Schlumberger, adapun aturan-aturan tersebut adalah :

- Jarak elektroda AM=MN=NB = 0,05 m.
- Atur besar kecilnya injeksi arus yang diberikan pada elektroda sehingga harga potensial jelas.
- Lakukan pengukuran pada line yang telah ditetapkan sesuai di lapangan.
- Pada setiap posisi elektroda seperti di atas dicatat berapa arus dan tegangan yang terbaca pada multimeter digital yang digunakan.
- Harga k dan ρ langsung dihitung kemudian resistivitas juga langsung dihitung.
- Ambil beberapa sampel di titik pengukuran untuk ditentukan BOD dan COD.
- Lakukan teknik korelasi untuk menentukan hubungan resistivitas terhadap parameter limbah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan di lapangan IPAL PT. RAPP untuk di Inlet dan Outlet IPAL, dimana untuk mencari resistivitas dengan menggunakan persamaan (1), maka data yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2 sampai 4 sebagai berikut :

Tabel 2.
Hasil Pengamatan di Inlet untuk Kedalaman yang Berbeda

Kedalaman	No	ΔV (mV)	ΔI (mA)	K	ρ (Ohm.m)
10 cm	1.	3158.2	16.6	0.126	23.97
	2.	3212.2	16.7	0.126	24.24
	3.	3142.9	15.6	0.126	25.38
20 cm	1.	3157.5	16.8	0.126	23.68
	2.	3215.5	16.9	0.126	24.97
	3.	3145.6	15.8	0.126	25.09
30 cm	1.	3156.6	17.1	0.126	23.26
	2.	3213.6	17.2	0.126	23.54
	3.	3139.8	15.8	0.126	25.04

Tabel 3.
Hasil Pengamatan di Outlet Untuk Kedalaman yang Berbeda

Kedalaman	No	ΔV (mV)	ΔI (mA)	K	ρ (Ohm.m)
10 cm	1.	5299.4	15.8	0.126	42.26
	2.	5478.2	16.5	0.126	41.83
	3.	4342.4	13.5	0.126	40.53
20 cm	1.	5298.4	15.9	0.126	41.99
	2.	5477.4	16.7	0.126	41.33
	3.	4341.5	13.6	0.126	40.22
30 cm	1.	5298.1	16	0.126	41.72
	2.	5478.1	16.8	0.126	41.09
	3.	4341.2	13.7	0.126	39.93

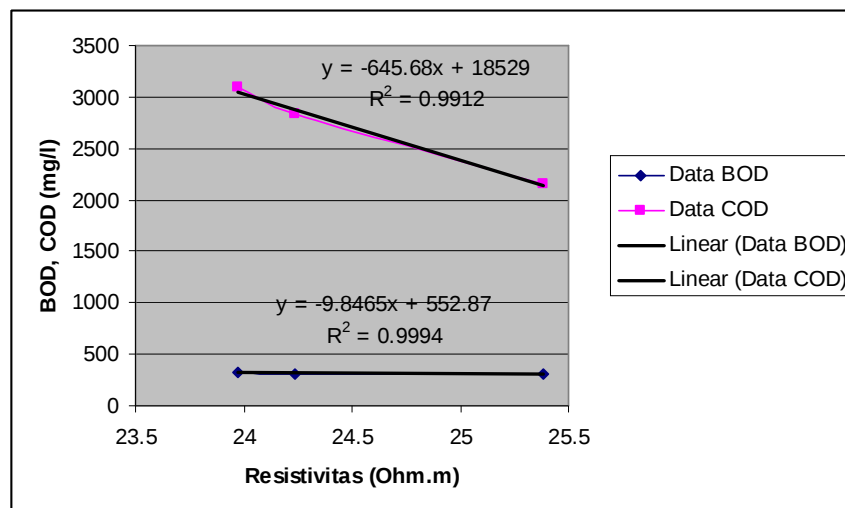
Tabel 4.
Nilai BOD dan COD di Inlet dan Outlet untuk Kedalaman 10 cm

Kedalaman	NO	Inlet		Outlet	
		BOD (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)
10 cm	1.	317	3092	28,1	196
	2.	314	2828	23,3	270
	3.	303	2151	32,6	239

Kedalaman	NO	Inlet		Outlet	
		BOD (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)
20 cm	1.	307	3154	27	200
	2.	305	2885	23	275
	3.	294	2194	32	244
30 cm	1.	301	3247	26	206
	2.	298	2969	22	284
	3	288	2259	30	251

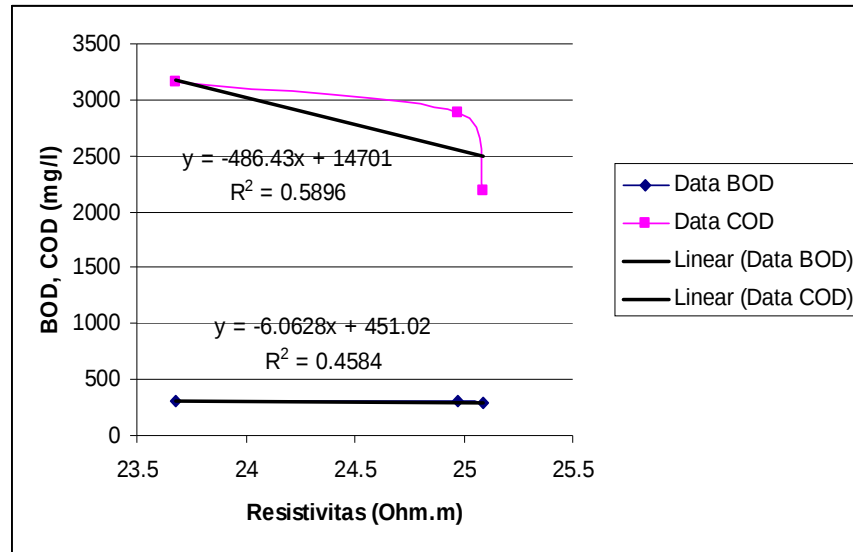
Analisa BOD dan COD Berdasarkan Nilai Resistivitas

Untuk mengetahui hubungan atau korelasi antara nilai resistivitas terhadap nilai parameter limbah BOD dan COD baik di inlet dan outlet telah dilakukan dengan menggunakan pendekatan statistik, seperti terlihat pada gambar (3) sampai gambar (11).



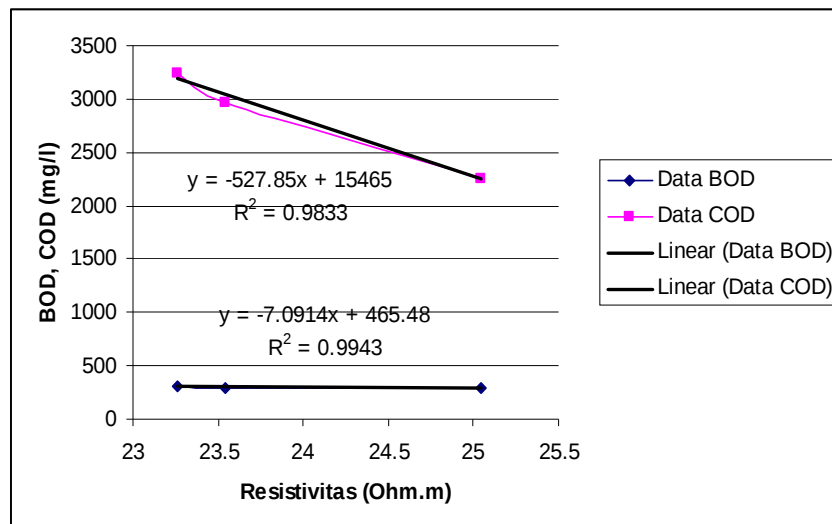
Gambar 3.
Hubungan resistivitas BOD dan COD pada Kedalaman 10 cm di Inlet IPAL

Dari gambar 3, yang menunjukkan hubungan resistivitas terhadap BOD dan COD pada kedalaman 10 cm di Inlet IPAL PT. RAPP menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang baik antara parameter limbah BOD dan COD dengan nilai resistivitasnya, berturut-turut: $BOD = -645,68 \rho + 18529$ dan : $COD = -9,8465 \rho + 552,87$. Dari nilai tersebut dapat dikatakan bahwa COD memiliki kecenderungan lebih besar dari pada BOD untuk berubah terhadap resistivitas dengan kata lain kehadiran parameter limbah COD akan cenderung lebih besar mempengaruhi harga resistivitas. Demikian juga untuk kedalaman 20 cm dan 30 cm yang diteliti pada gambar 4 sampai gambar 8.

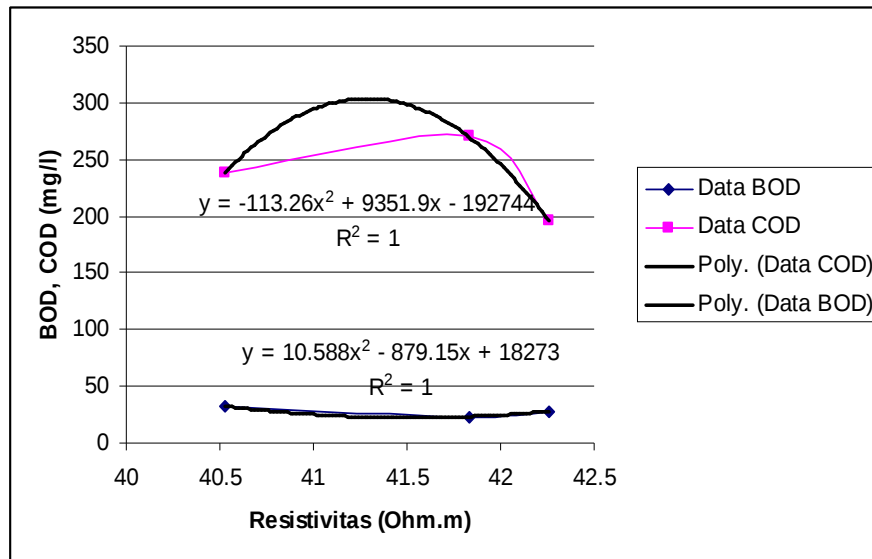


Gambar 4.
Hubungan resistivitas terhadap BOD dan COD pada kedalaman 20 cm

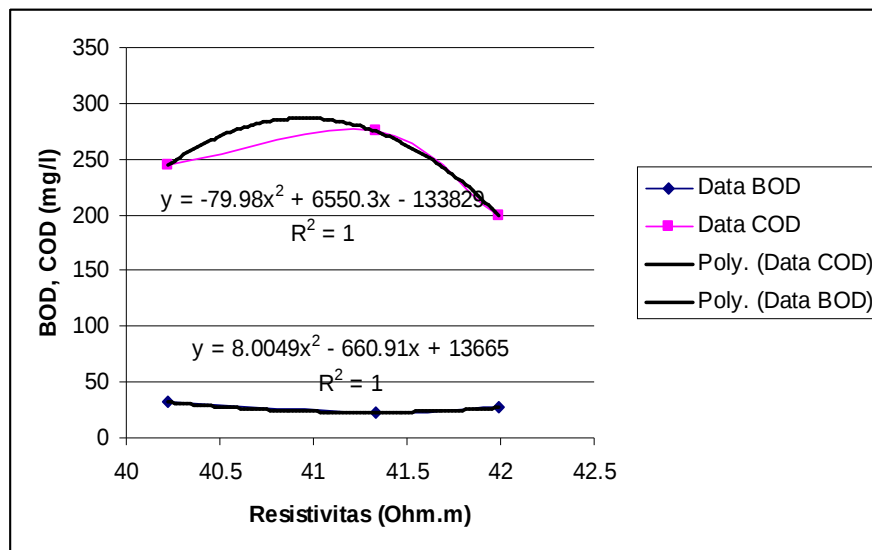
Dari gambar 4 sampai gambar 8 menunjukkan bahwa perilaku kehadiran parameter limbah COD lebih dominan mempengaruhi nilai resistivitasnya, hal ini membuktikan bahwa parameter limbah COD lebih dominan terdapat di inlet IPAL PT. RAPP. Pada gambar 4 hubungan linieritas untuk COD kurang berkorelasi baik, hal ini mungkin disebabkan karena distribusi limbah COD tidak terdistribusi merata pada kedalaman 20 cm, sehingga terjadi penyimpangan yang besar terhadap garis linieritas.



Gambar 5.
Hubungan resistivitas BOD dan COD Pada kedalaman 30 cm di Inlet IPAL

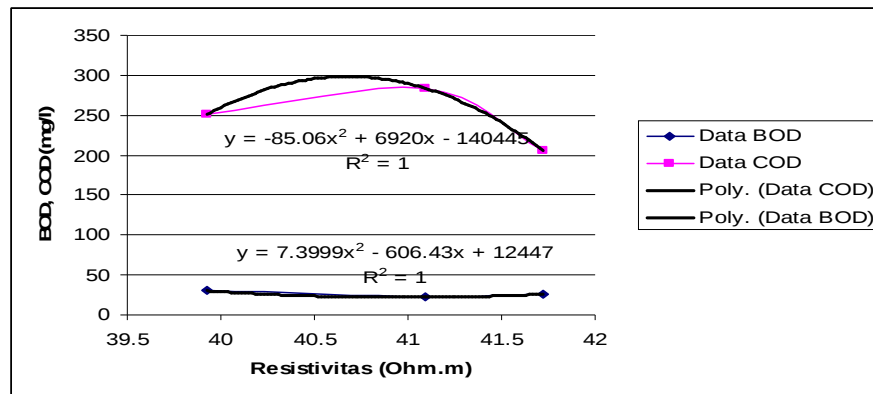


Gambar 6.
Hubungan resistivitas BOD dan COD Pada kedalaman 10 cm di Outlet IPAL.



Gambar 7.
Hubungan resistivitas BOD dan COD Pada kedalaman 20 cm di Outlet IPAL.

Secara umum dari gambar 3 sampai gambar 8 tersebut memperlihatkan kecenderungan yang konsisten, artinya kecenderungan positif pada setiap kedalaman yang dianalisa. Hal ini membuktikan bahwa limbah terdistribusi uniform dalam setiap kedalaman yang dianalisa.

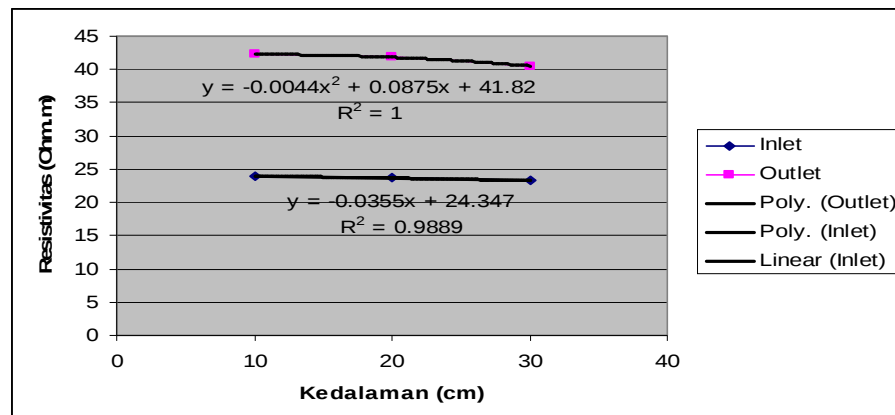


Gambar 8.
Hubungan resistivitas BOD dan COD Pada kedalaman 30 cm di Outlet IPAL

Analisa Resistivitas di Inlet dan Outlet IPAL PT. RAPP

Gambar 9 menunjukkan analisa resistivitas sebagai fungsi kedalaman di inlet dan outlet IPAL PT. RAPP yang diteliti. Dari gambar 9 tersebut dapat kita lihat bahwa harga resistivitas di Outlet IPAL selalu lebih kecil dibandingkan harga resistivitas di Inlet IPAL. Hal ini menunjukkan bahwa sistim instalasi IPAL PT. RAPP telah bekerja dengan baik, sehingga diperoleh nilai resistivitas yang kecil di outlet IPAL PT. RAPP. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa rendahnya nilai resistivitas dapat menjadi indikator bahwa sistim IPAL bekerja baik.

Dari gambar 9 tersebut dapat dilihat hubungan atau korelasi yang baik antara resistivitas terhadap kedalaman, dimana untuk di inlet IPAL dan Outlet IPAL berturut-turut diberikan sebagai berikut: $\rho = -0,0355 X + 24,347$ dan $\rho = -0,0044 X^2 + 0,0875 X + 41,82$. Dari hubungan kedua nilai korelasi tersebut dapat kita lihat, bahwa kecendrungan nilai resistivitas di outlet IPAL PT. RAPP memiliki kecendrungan berkurang atau negatif secara parabolik, hal ini membuktikan bahwa sistim IPAL bekerja dengan baik.

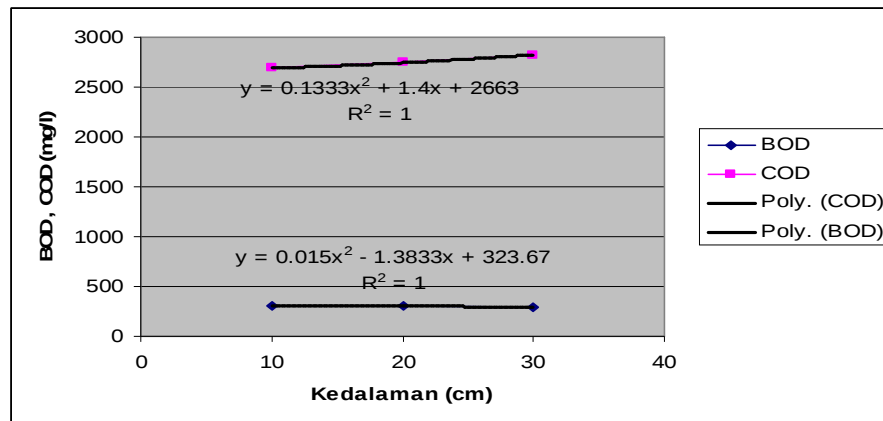


Gambar 9.
Resistivitas di inlet dan outlet IPAL sebagai fungsi kedalaman

Dari gambar 9 dapat kita lihat bahwa kecendrungan nilai resistivitas di inlet IPAL PT. RAPP memiliki kecendrungan positif kecil, hal ini indikasi bahwa limbah yang masuk kesistim inlet IPAL PT. RAPP juga memiliki nilai yang tidak terlalu besar, karena hubungan yang cenderung kecil ini, menunjukkan bahwa proses engineering pabrikasi dalam pengolahan pulp dan kertas telah bekerja dengan baik, sehingga IPAL inlet PT. RAPP tidak menunjukkan angka yang terlalu besar. Hal ini didukung atas informasi bahwa PT. RAPP telah mendapat penghargaan ISO tentang pengelolaan limbah yang ramah lingkungan.

Analisa BOD dan COD sebagai Fungsi Kedalaman di Inlet dan Outlet IPAL

Gambar 10 menunjukkan perilaku BOD dan COD sebagai fungsi kedalaman di inlet IPAL PT. RAPP yang diteliti. Dari gambar 8 tersebut menunjukkan bahwa nilai BOD cenderung berkurang terhadap kedalaman, dengan kata lain kehadiran BOD akan mempengaruhi kualitas air di bagian permukaan.



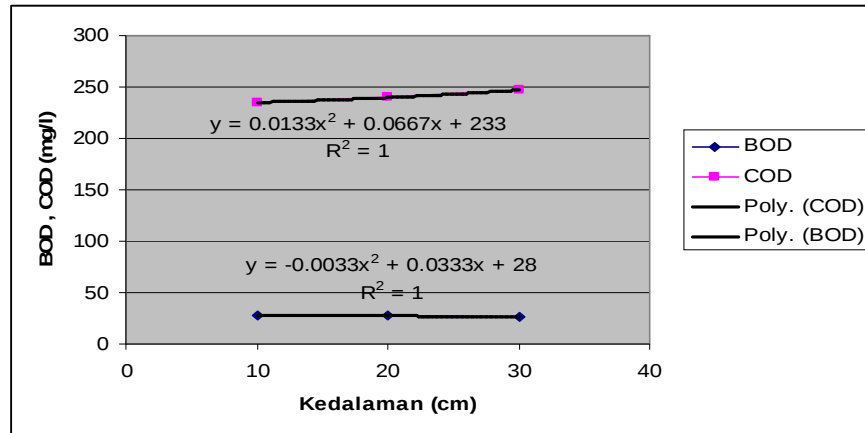
Gambar 10.
BOD dan COD sebagai fungsi kedalaman di Inlet IPAL

Dari gambar 10 dapat kita lihat hubungan BOD memiliki kecendrungan yang negatif dengan hubungan korelasi yang dinyatakan dalam persamaan : $BOD = 0,015X^2 - 1,3833 X + 323,67$ Kecendrungan kecil dan negatif menunjukkan bahwa pengurangan nilai BOD terhadap kedalaman tidaklah berubah besar, tetapi mengalami perubahan yang kecil, ini menunjukkan bahwa BOD juga ikut memiliki andil yang kecil untuk mempengaruhi kualitas air dibagian dalam.

Dari gambar 10 tersebut dapat juga kita lihat untuk COD yang memiliki kecendrungan positif dengan hubungan korelasi dinyatakan dalam persamaan : $COD = 0,1333 X^2 + 1,4 X + 2663$. Berdasarkan hubungan kecendrungan yang positif tersebut, menunjukkan bahwa kehadiran COD akan dominan mempengaruhi kualitas air dibagian dalam pada sistim inlet IPAL.

Analisa terhadap nilai BOD dan COD sebagai fungsi kedalaman di sistim inlet IPAL PT. RAPP tersebut secara umum dapat dikatakan bahwa nilai BOD lebih kecil dibandingkan dengan nilai COD. Hal ini tentu dipengaruhi oleh jenis limbah yang masuk kedalam sistim instalasi Inlet PT.

RAPP. Adanya perubahan yang ditandai dengan nilai kecendrungan yang positif atau negatif, hal ini menunjukkan bahwa baik parameter limbah BOD dan COD juga terdistribusi dalam perairan sebagai fungsi kedalaman. Dengan kata lain, disetiap kedalaman akan ditemui juga parameter limbah BOD dan COD, namun dengan nilai yang berbeda.



Gambar 11.
BOD dan COD sebagai fungsi kedalaman di Outlet IPAL

Gambar 11 menunjukkan perilaku BOD dan COD sebagai fungsi kedalaman di outlet IPAL PT. RAPP yang diteliti. Dari gambar 9 tersebut menunjukkan bahwa nilai BOD cenderung berkurang terhadap kedalaman, dengan kata lain kehadiran BOD akan mempengaruhi kualitas air di bagian permukaan. Hubungan ini dapat dilihat bahwa memiliki kecendrungan yang negatif dengan hubungan korelasi yang dinyatakan dalam persamaan : $BOD = -0,0033X^2 + 0,0333X + 28$. Kecendrungan kecil dan negatif menunjukkan bahwa pengurangan nilai BOD terhadap kedalaman tidaklah berubah besar, tetapi mengalami perubahan yang kecil, ini menunjukkan bahwa BOD juga ikut memiliki andil yang kecil untuk mempengaruhi kualitas air dibagian dalam.

Dari gambar 11 tersebut dapat juga kita lihat untuk COD yang memiliki kecendrungan positif dengan hubungan korelasi dinyatakan dalam persamaan : $COD = 0,0133 X^2 + 0,0667 X + 233$. Berdasarkan hubungan kecendrungan yang positif tersebut, menunjukkan bahwa kehadiran COD akan dominan mempengaruhi kualitas air dibagian dalam pada sistim outlet IPAL.

Analisa terhadap nilai BOD dan COD sebagai fungsi kedalaman di sistim outlet IPAL PT. RAPP tersebut secara umum dapat dikatakan bahwa nilai BOD lebih kecil dibandingkan dengan nilai COD. Hal ini tentu dipengaruhi oleh jenis limbah yang masuk kedalam sistim instalasi outlet PT. RAPP. Adanya perubahan yang ditandai dengan nilai kecendrungan yang positif atau negatif, hal ini menunjukkan bahwa baik parameter limbah BOD dan COD juga terdistribusi dalam perairan sebagai fungsi kedalaman. Dengan kata lain, disetiap kedalaman akan ditemui juga parameter limbah BOD dan COD, namun dengan nilai yang berbeda.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Diperoleh hubungan resistivitas terhadap BOD dan COD pada kedalaman 10 cm di Inlet IPAL PT. RAPP menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang baik antara parameter limbah BOD dan COD dengan nilai resistivitasnya, berturut-turut : $COD = -9,8465 \rho + 552,87$ dan : $BOD = -645,68 \rho - 18529$.
2. Dapat dikatakan bahwa COD memiliki kecenderungan lebih besar dari pada BOD untuk berubah terhadap resistivitas dengan kata lain kehadiran parameter limbah COD akan cenderung lebih besar mempengaruhi harga resistivitas.
3. Bahwa nilai BOD dan COD sebagai fungsi kedalaman di sistim IPAL PT. RAPP tersebut secara umum nilai BOD lebih kecil dibandingkan dengan nilai COD.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhattacharya, P.K., Patra, H.P. 1991. Method for Direct Current Geolistic Sounding, Geophysical Prosp. V.20.P.448-458.
- Dobrin, M.B. 1981. Introduction to Geophysical Prospecting, New York : McGraw-Hill.
- Djajadiningrat, S.T. dan Harsono, H. 1990. Penilaian secara cepat sumber-sumber pencemaran air, tanah dan udara. Yogyakarta : Gadjah Mada University press.
- Mahida, U.N. 1981. Water polution and disposal of waste water on land. New Delhi : Tata McGraw-Hill.
- Naibaho, P. 1999. Aplikasi biologi dalam pembangunan industri berwawasan lingkungan. J. Visi 7: 112-126.
- Soininen, H. 1985. The behavior of the apparent resistivity phase spectrum in the case of two polarizable media. J. Geophysics 50: 810-819
- Wibisono, G. 1995. Sistem pengelolaan dan pengolahan limbah Domestik. J. Science, Edisi XXVII: 25-34.