

## DAYA PULIH KEMBALI AIR SUNGAI TERCEMAR LIMBAH PERKOTAAN Studi Kasus: Kota Sukabumi dan Cianjur

Anna Fadliah Rusydi<sup>1</sup>, Wilda Nailly<sup>1</sup>, M. Rahman Djuwansah<sup>1</sup>, dan Dadan Suherman<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Puslit Geoteknologi – LIPI, Jln Sangkuriang, Bandung 40135

Phone +62 (22) 2503654, Fax : +62 (22) 2504593

Email : anna@geotek.lipi.go.id

### ABSTRAK

Pembuangan limbah kota ke sungai-sungai di kota Sukabumi dan Cianjur mengakibatkan penurunan kualitas sungai. Di sisi lain, air sungai biasanya dimanfaatkan sebagai sumber air bersih bagi penduduk di pinggir perkotaan. Perbaikan kualitas sungai tersebut bisa terjadi secara alami yaitu dengan memanfaatkan kemampuan sungai untuk memulihkan diri. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan daya pulih kembali sungai kota Sukabumi dan Cianjur. Penelitian daya pulih kembali air sungai Sukabumi dan Cianjur dilakukan pada bulan Mei dan Agustus 2008. Data penelitian diperoleh dengan cara sampling di beberapa titik dan parameter yang diperiksa adalah BOD<sub>5</sub> dan DO. Hasil pemeriksaan pada bulan Mei menunjukkan nilai BOD<sub>5</sub> terbesar berada di ujung kota Sukabumi, yaitu sebesar 43,08 mg/L. Pemulihan kembali air di lokasi ini akan dicapai pada waktu kritis 1,5 hari atau pada jarak kritis 27,4 km. Hasil pemeriksaan pada bulan Agustus memperlihatkan bahwa BOD<sub>5</sub> terbesar dijumpai di ujung kota Sukabumi dan kota Cianjur, masing-masing sebesar 41,17 mg/L dan 55,7 mg/L. Daya pulih kembali air sungai kota Sukabumi dan Cianjur masing-masing akan terjadi selama waktu kritis 1,4 hari dan 2,3 hari atau pada jarak kritis 18,1 km dan 76,5 km. Daya pulih kembali air sungai akan terjadi apabila selama waktu pemulihan tidak terjadi penambahan beban pencemar.

**Kata Kunci:** daya pulih kembali, limbah kota, BOD<sub>5</sub>, waktu kritis, jarak kritis

### ABSTRACT

*The discharge of municipal wastewater at rivers of Sukabumi and Cianjur decreased water quality. On the other hand, society of suburban were usually used rivers as clean water. The quality of rivers could be increased by self purification. The main objective of this investigation was to find out self purification capability of Sukabumi and Cianjur rivers. Investigation period was done in Mei and August 2008. The data was acquired from several location at rivers and parameters that were analyzed are BOD<sub>5</sub> and DO. The investigation on Mei showed that the highest value of BOD<sub>5</sub> was 43.08 mg/L, located in the end of Sukabumi. The water self purification in this location will occur in critical time 1.5 days or critical distance 27.4 km. The investigation on August showed that the highest value of BOD<sub>5</sub> were 41.17 mg/L and 55.7 mg/L, located in the end of Sukabumi and Cianjur respectively. The water self purification in Sukabumi and Cianjur will occur in critical time 1.4 days and 2.3 days, or critical distance 18.1 km and 76.5 km. The self purification will occur if there will be no wastewater discharge at rivers during purification time.*

**Keywords:** self purification, municipal wastewater, BOD<sub>5</sub>, critical time, critical distance

---

---

## PENDAHULUAN

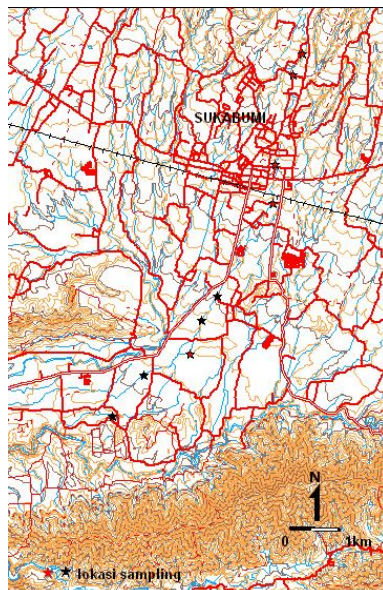
Kota Sukabumi dan Cianjur adalah daerah basah yang berpenduduk padat. Penggunaan air untuk berbagai keperluan menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang besar. Limbah cair yang dibuang ke perairan dalam jumlah besar akan menghambat atau menghilangkan kemampuan badan air untuk membersihkan diri (self purification). Aliran limbah akan mengakibatkan perairan di sebelah hilir tercemar sehingga tidak dapat dipakai sebagai sumber air bersih. Hasil penelitian tahun sebelumnya memperlihatkan bahwa luasnya perairan yang berkualitas buruk di hilir kota disebabkan oleh dua hal: (1) pekatnya air limbah daerah pemukiman, dan (2) terdapat sumber-sumber pencemar lain di sepanjang aliran yang terletak menyebar (non point source). Penelitian dilakukan untuk mengetahui kemampuan daya pulih kembali (self purification) sungai kota Sukabumi dan Cianjur.

## METODOLOGI

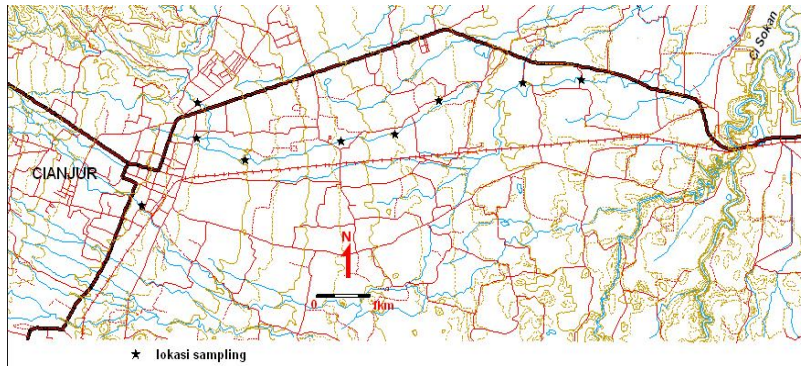
Penelitian dilakukan pada sungai di dua kota, yaitu Sungai Cikirei untuk Kota Sukabumi dan Cianjur Leutik untuk Kota Cianjur (Gambar 1 dan 2). Kedua sungai ini berfungsi sebagai sarana drainase dan penggelontor kota. Pengambilan sampel dilakukan dalam dua tahap, yaitu pada bulan Mei dan Agustus tahun 2008. Jumlah sampel yang diambil pada setiap tahap adalah 18 sampel, yaitu sebanyak 9 sampel diambil dari Sukabumi dan 9 sampel dari Cianjur. Sampel diambil setiap interval 1 km di sepanjang aliran sungai.

Pada setiap titik pengambilan sampel dilakukan pengukuran temperatur air dan kecepatan aliran sungai. Nilai kecepatan aliran sungai berguna untuk menghitung koefisien deoksigenasi dan reerasi aliran. Parameter kimia yang diperiksa pada setiap sampel adalah BOD dan DO.

Nilai-nilai koefisien deoksigenasi, koefisien rearasi, DO, dan BOD kemudian digunakan untuk menghitung waktu kritis, jarak kritis, beban BOD maksimum yang diijinkan, dan defisit DO pada waktu kritis. Perhitungan dilakukan sesuai dengan Keputusan. MENLH No.110 Tahun 2003.



Gambar 1. Lokasi sampling pada ruas sungai penelitian di Sukabumi



Gambar 2. Lokasi sampling pada ruas sungai penelitian di Cianjur

Persamaan yang digunakan untuk menghitung waktu kritis ( $t_c$ ), jarak kritis ( $X_c$ ), defisit DO saat  $t_c$  ( $D_c$ ), dan beban BOD maksimum yang diijinkan adalah sebagai berikut:

Perhitungan  $t_c$  dan  $X_c$

$$t_c = \frac{1}{K'_2 - K'} \ln \left[ \frac{K'_2}{K'} \left( 1 - \frac{D_0(K'_2 - K')}{K' L_0} \right) \right]$$

$$X_c = t_c v$$

dimana:

$t_c$  = waktu kritis (hari)

$X_c$  = Jarak kritis (km)

$v$  = kecepatan aliran sungai (km/hari)

$D_c$  = Defisit oksigen terlarut pada  $t_c$  (mg/L)

Perhitungan  $D_c$

$$D_c = \frac{K'}{K'_2} L_0 e^{-X_c t_c}$$

Perhitungan Beban BOD maksimum yang diijinkan

Sebelum menghitung harga BOD maksimum yang diijinkan, dilakukan perhitungan untuk menghitung BOD ultimat untuk kondisi beban BOD maksimum ( $L_a$ ). Persamaan yang digunakan untuk menghitung  $L_a$  adalah:

$$\log L_a = \log D_{all} + \left[ 1 - \frac{K'}{K'_2 - K'} \left( 1 - \frac{D_0}{D_{all}} \right)^{0,418} \right] \log \frac{K'_2}{K'}$$

Setelah harga  $L_a$  diperoleh, dapat dihitung beban BOD maksimum yang diijinkan. Persamaan yang digunakan adalah:

$$BOD_{\frac{20}{5}}^{\text{maksimum}} = L_a (1 - e^{-5K})$$

## HASIL

Hasil analisis kimia parameter-parameter kualitas air dan perhitungan disajikan pada Tabel 1 dan 2. Tabel 1 menyajikan hasil analisis kimia dan perhitungan pada bulan Mei dan Tabel 2 menyajikan hasil analisis kimia dan perhitungan pada bulan Agustus.

Baku mutu yang digunakan untuk kualitas air sungai adalah PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (untuk air Kelas I). Nilai DO

minimum dalam baku mutu adalah 2 mg/L, sedangkan nilai BOD maksimum yang ditetapkan baku mutu adalah 6 mg/L. Dari Tabel 1 dan 2 terlihat bahwa nilai DO berada di bawah baku mutu sedangkan nilai BOD berada di atas baku mutu.

Tabel 1. Hasil analisis dan perhitungan sampel bulan Mei

Sampel	DO (mg/L)	BOD <sub>5</sub> <sup>20</sup> (mg/L)	K' (hari <sup>-1</sup> )	K' <sub>2</sub> (hari <sup>-1</sup> )	t <sub>c</sub> (hari)	X <sub>c</sub> (km)	D <sub>c</sub> (mg/L)	L <sub>a</sub> (mg/L)	BOD <sub>5</sub> <sup>20</sup> <sub>mak</sub> (mg/L)
SC 1	4.81	8.85	0.1535	1.0826	-1.5579	-38.7251	2.1634	42.7964	19.5429
SC 2	5.81	10.79	0.1420	1.0538	-	-	-	49.1361	22.4379
SC 3	4.28	17.38	0.1466	1.0656	1.0906	60.2739	6.1444	42.6874	19.4932
SC 4	0.83	43.08	0.1514	1.0775	1.4497	27.3888	16.5091	47.4713	21.6777
SC 5	6.11	20.82	0.1426	1.0555	1.8160	103.3406	7.9822	49.3744	22.5468
SC 6	4.33	11.41	0.1433	1.0571	-2.0318	-33.9680	2.5312	45.5161	20.7849
SC 7	5.86	11.43	0.1486	1.0706	1.3081	48.9171	4.2208	46.5357	21.2505
SC 8	4.98	14.99	0.1500	1.0740	1.2301	25.2157	5.5139	44.3885	20.2700
SC 9	2.71	12.09	0.1571	1.0912	3.6369	128.0991	6.7463	-	-
SC 10	3.46	45.8	0.1585	1.0947	1.7497	71.5387	19.1644	40.0637	18.2950
SC 11	4.78	34.27	0.1600	1.0982	1.7709	127.0133	14.5124	40.6093	18.5442
SC 12	6.79	15.01	0.1521	1.0792	1.8552	64.0144	6.1426	46.7273	21.3380
SC 13	3.97	6.88	0.1746	1.1318	1.8208	73.4939	3.1931	30.0980	13.7442
SC 14	5.93	12.94	0.1660	1.1122	1.5671	5.6671	5.4843	28.2772	12.9128
SC 15	2.29	22.81	0.1394	1.0471	0.5530	2.4168	7.1818	47.2010	21.5543
SC 16	3.84	13.62	0.1637	1.1069	0.5913	2.7214	4.8588	33.5807	15.3346
SC 17	3.69	7.53	0.1500	1.0740	-	-	-	38.8245	17.7292
SC 18	2.86	10.59	0.1453	1.0622	0.5262	2.2323	3.4235	42.9387	19.6079

Tabel 2. Hasil analisis dan perhitungan sampel bulan Agustus

	DO (mg/L)	BOD <sub>5</sub> <sup>20</sup> (mg/L)	K' (hari <sup>-1</sup> )	K' <sub>2</sub> (hari <sup>-1</sup> )	t <sub>c</sub> (hari)	X <sub>c</sub> (km)	D <sub>c</sub> (mg/L)	L <sub>a</sub> (mg/L)	BOD <sub>5</sub> <sup>20</sup> <sub>mak</sub> (mg/L)
SC 1	4.4	13.58	0.2140	1.0421	0.5113	9.1394	5.0742	32.7927	20.1041
SC 2	<i>KERING</i>								
SC 3	2.95	19.75	0.2240	1.0588	0.7597	28.9678	8.0816	32.5706	19.9679
SC 4	2.07	41.17	0.2378	1.0809	1.3576	18.1293	20.4071	31.4259	19.2661
SC 5	6.25	19.59	0.2120	1.0388	1.5607	74.2940	9.0802	36.5877	22.4307
SC 6	4.74	20.98	0.2150	1.0438	1.2856	29.0780	9.2917	33.3422	20.4409
SC 7	7.48	18.42	0.2140	1.0421	1.7718	70.3299	9.0138	37.9660	23.2757
SC 8	6	13.96	0.2240	1.0588	1.3421	26.7856	6.5085	33.9213	20.7960
SC 9	5.54	10.81	0.2378	1.0809	1.0229	38.0602	4.9483	30.9252	18.9592
SC 10	1.21	55.7	0.0594	1.0843	2.2797	76.5026	16.6841	103.6114	21.6993
SC 11	5.35	27.46	0.0600	1.0878	2.4338	158.8204	8.3620	99.80364	20.9018
SC 12	4.42	17.16	0.0654	1.1211	1.7804	10.0194	5.3721	87.00912	18.2222
SC 13	2.93	22.31	0.0562	1.0639	0.9027	30.8897	5.9225	103.3424	21.6429
SC 14	5.26	29.06	0.0581	1.0757	2.4563	47.6485	8.6364	91.2526	19.1110
SC 15	2.93	25.94	0.0567	1.0672	1.5805	10.4884	7.2027	101.981	21.3578
SC 16	<i>KERING</i>								
SC 17	5.94	29.32	0.0657	1.1229	2.4924	40.1882	9.6527	73.49926	15.3929
SC 18	2.26	18.22	0.0591	1.0826	2.2572	106.2800	5.4305	98.31396	20.5898

Uraian di bawah ini difokuskan pada hasil perhitungan waktu kritis, jarak kritis, defisit DO pada waktu kritis, dan beban BOD maksimum. Hasil perhitungan ini berkaitan dengan daya pulih kembali sungai Sukabumi dan Cianjur.

## ANALISIS

Sungai memiliki berbagai jenis tanaman dan hewan yang secara alami dapat menguraikan pencemar yang ada di dalamnya. Proses-proses yang terjadi saat degradasi pencemar dalam sungai di antaranya adalah filtrasi, oksidasi dan aktivitas organisme. Kemampuan sungai untuk mendegradasi polutan akan membantu sungai dalam menjaga kualitas dan menjaga keseimbangan ekosistem. Hal ini dikenal dengan istilah 'daya pulih kembali'.

Kemampuan sungai untuk pulih kembali memiliki batasan. Sungai dapat pulih kembali apabila konsentrasi pencemar yang dikandungnya tidak mencapai batas kritis. Di bawah ini dibahas tentang kemampuan daya pulih kembali sungai kota Sukabumi dan Cianjur yang tercemar limbah perkotaan. Pembahasan menyangkut tentang waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan diri (waktu kritis) dan jarak kritis, defisit oksigen terlarut saat waktu kritis, serta BOD maksimum yang masih dapat diterima oleh sungai.

Hasil pemeriksaan pada bulan Mei dan Agustus menunjukkan titik kritis, yaitu nilai BOD<sub>5</sub> terbesar, berada di ujung kota Sukabumi dan kota Cianjur (SC 4 dan SC 10). Nilai-nilai tersebut memperlihatkan bahwa limbah kota merupakan penyumbang terbesar BOD di dalam aliran

sungai. Fakta tersebut tampak jelas untuk kota Sukabumi di mana ruas titik-titik pengambilan sampel diawali pada lokasi saat aliran sungai belum memasuki kota. Kandungan BOD aliran yang memasuki kota relatif rendah. Selanjutnya, setelah aliran melalui kota nilai BOD tidak pernah lagi serendah itu.

Nilai BOD bulan Mei dan Agustus mengalami kenaikan dan penurunan dari hulu ke hilir di sepanjang ruas sungai yang diteliti. Secara teoritis, nilai BOD akan terus berkurang dari hulu ke hilir karena terjadinya proses penguraian pencemar. Kenaikan nilai BOD di beberapa titik yang diteliti disebabkan karena penambahan beban pencemar di sepanjang aliran.

Pada kasus bulan Mei (Tabel 1), berdasarkan nilai BOD terbesar (SC 4) diperoleh hasil perhitungan bahwa sungai dapat pulih kembali selama 1,5 hari atau pada jarak 27,4 km dari titik SC 4, dengan asumsi kecepatan aliran sungai tetap seperti saat pengambilan sampel. Pada waktu ini defisit oksigen adalah sebesar 20,4 mg/L, sedangkan nilai DO yang terukur adalah 0,83 mg/L. Hal ini akan mengakibatkan DO menjadi negatif yang berarti aliran tidak lagi mengandung oksigen terlarut saat waktu kritis tercapai, sehingga proses pemulihan sungai tidak terjadi karena organisme dalam sungai tidak memiliki oksigen yang cukup untuk menguraikan pencemar. Faktor lain yang mempengaruhi kemampuan sungai untuk pulih kembali adalah nilai BOD dan nilai beban BOD maksimum yang diijinkan. Nilai BOD pada titik tersebut, yaitu sebesar 43,08 mg/L, jauh lebih besar daripada nilai beban BOD maksimum yang diijinkan, yaitu sebesar 21,67 mg/L.

Pada kasus bulan Agustus (Tabel 2), berdasarkan nilai BOD terbesar (SC 4 dan SC 10), pemulihan kembali sungai akan tercapai selama 1,4 hari dan 2,3 hari atau pada jarak 18,1 km dan 76,5 km dari masing-masing titik. Defisit oksigen pada waktu kritis di SC 4 dan SC 10 masing-masing adalah 20,41 mg/L dan 16,68 mg/L. Nilai defisit oksigen di kedua titik ini juga akan mengakibatkan nilai DO negatif, sehingga organisme dalam sungai mengalami kekurangan oksigen dan tidak dapat menguraikan pencemar. Dengan kata lain, sungai tidak dapat pulih kembali dalam waktu ini. Nilai beban BOD maksimum di kedua titik lebih kecil daripada nilai BOD. Nilai beban BOD maksimum yang diijinkan di SC 4 dan SC 10 adalah 19,27 mg/L dan 21,69 mg/L, sedangkan nilai BOD di kedua titik tersebut adalah 41,17 mg/L dan 55,7 mg/L. Nilai-nilai ini akan menambah beban sungai untuk memulihkan diri kembali.

## KESIMPULAN

1. Nilai BOD pada bulan Mei dan Agustus di kota Sukabumi dan Cianjur mengalami kenaikan dan penurunan di sepanjang aliran. Hal ini menunjukkan bahwa di sepanjang aliran terjadi penambahan pencemar sehingga meningkatkan nilai BOD.
2. Berdasarkan hasil perhitungan waktu kritis dan defisit oksigen pada waktu kritis di titik dengan nilai BOD terbesar, diperoleh hasil bahwa sungai tidak memiliki daya pulih selama waktu kritis tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 110 Tahun 2003 tentang *Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Pada Sumber Air*.

Anonim. PP No. 82 Tahun 2001 tentang *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.