
**STUDI ANALISIS KEMAMPUAN *SELF PURIFICATION* PADA SUNGAI PROGO
DITINJAU DARI PARAMETER *BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND (BOD)*
DAN *DISSOLVED OXYGEN (DO)*
(Studi Kasus : Buangan (*Outlet*) Industri Tahu Skala Rumahan Kecamatan Lendah
Kabupaten Kulon Progo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta)**

Beni Vandra ^{*)}, Sudarno ^{)}, Winardi Dwi Nugraha ^{**)}**

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
Email: beni.vandra@gmail.com

ABSTRAK

Sungai Progo merupakan sebuah sungai yang mengalir Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta di Indonesia. Sungai sejatinya memiliki kemampuan untuk mengatasi masalah pencemaran yang terjadi akibat kegiatan buangan industri dan juga kegiatan manusia didalam memenuhi kebutuhan sehari-hari. Proses tersebut dinamakan sebagai purifikasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa seberapa cepat kemampuan badan air untuk memulihkan diri jika diberi satu sumber cemaran. Penelitian dilakukan dengan metodologi analisa terhadap parameter fisikokimia yaitu BOD, DO, pH, dan Suhu. Nilai Konsentrasi oksigen terlarut (DO) dalam badan sungai diketahui dengan menentukan besaran deoksigenasi dan reaerasi menggunakan persamaan streeter-phelps yang menggambarkan variasi pengurangan oksigen dengan jarak aliran sebagai kurva pengurangan oksigen. Hasil Buangan (outlet) industri tahu skala rumahan Kecamatan Lendah, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang dibuang ke badan sungai progo sebesar 28 mg/l untuk konsentrasi organik BOD dan 1 mg/l untuk konsentrasi Oksigen Terlarut berdampak langsung terhadap kualitas BOD dan DO pada badan air. Hasil permodelan dengan kurva pengurangan oksigen akibat buangan ini menunjukkan bahwa nilai laju deoksigenasi ($K = 0.0017$ /menit dan laju aerasi ($R = 0.0077$ /menit. Dari hasil ini menggambarkan tidak terdapat zona pemulihan kandungan oksigen pada Sungai Progo menuju kondisi saturasi DO.

Kata Kunci : BOD, Streeter-phelps, Deoksigenasi, DO, Purifikasi, Reaerasi

ABSTRACT

Progo River is a river that runs through Central Java and Yogyakarta in Indonesia. River actually has the ability to address the pollution problems arising from the discharge of industrial and human activities in meeting their daily needs. The process is called as purification. The aim of this study was to analyze how fast the water body's ability to recover if given a source of contamination. The study was conducted using the methodology of analyzing the physicochemical parameters ie BOD, DO, pH, and temperature. Values concentration of dissolved oxygen (DO) in the water bodies are known to determine the amount of deoxygenation and reaerasi using Streeter-phelps equation that describes the variation reduction of oxygen within the flow as oxygen reduction curve. Results Exiles (outlet) industry know-scale home-based District of Lendah, Kulon Progo, Yogyakarta Province were discharged into water bodies progo of 28 mg / l for the concentration of organic BOD and 1 mg / l for the concentration of Dissolved Oxygen direct impact on the quality of BOD and DO in water bodies. The results of modeling the exhaust oxygen due to the reduction curve shows that the rate of deoxygenation ($K = 0.0017$ / min and aeration rate ($R = 0.0077$ / min. From these results reflect the recovery zone there is no oxygen content of the Progo towards saturation DO.

Keywords: BOD, Streeter-phelps, Deoxygenation, DO, Purification, Reaeration

PENDAHULUAN

Seiring dengan pesatnya pertumbuhan penduduk dan tingginya angka produksi sejumlah kebutuhan, sungai sebagai tampungan berbagai macam limbah kini telah mengalami penurunan kualitas air yang signifikan. Kondisi yang cukup menyedihkan sesungguhnya banyak terjadi di sejumlah negara berkembang dan kota metropolitan dimana tidak terdapat pengendalian pertumbuhan penduduk dan pengembangan industri yang baik (Jirka and weitbrecht, 2005).

Hendrasarie dan Cahrayani (2008), menjelaskan bahwa alam sebenarnya memiliki kemampuan mengatasi masalah pencemaran yang terjadi. Mekanisme yang disebut *self purification* sebagai daya dukung alam tentunya terjadi pada kondisi pencemaran tertentu. Yang terjadi belakangan, ketika bersentuhan dengan peradaban modern, tingkat pencemaran sudah melebihi ambang batas atau kapasitas daya dukung alam. Dengan penelitian ini maka akan diketahui kemampuan sungai untuk memurnikan kembali zat pencemar, khususnya parameter BOD dan DO yang masuk ke badan air sebagai pencemar. Hanya, *self-purification* atau daya dukung alam hanya bisa muncul pada kondisi pencemaran tertentu. Yang terjadi belakangan, ketika bersentuhan dengan peradaban modern, tingkat pencemaran sudah melebihi ambang batas atau kapasitas daya dukung alam.

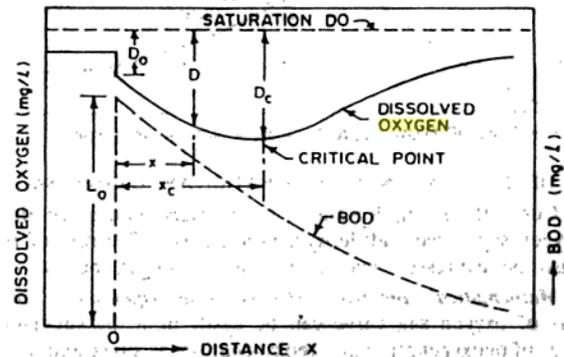
DASAR TEORI

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. (Chay Asdak, 2007)

Oksigen terlarut (DO) adalah jumlah oksigen terlarut dalam air yang berasal dari fotosintesa dan absorbsi atmosfer/udara. Oksigen terlarut di suatu perairan sangat berperan dalam proses penyerapan makanan oleh makhluk hidup dalam air. Untuk mengetahui kualitas air dalam suatu perairan, dapat dilakukan dengan mengamati beberapa parameter kimia seperti oksigen terlarut (DO). Semakin banyak jumlah DO maka kualitas air semakin baik, jika kadar oksigen terlarut yang terlalu rendah akan menimbulkan bau yang tidak sedap akibat degradasi anaerobik yang mungkin saja terjadi. (Anggriawan dalam Salmin, 2003)

Secara tidak langsung, BOD merupakan gambaran kadar bahan organik, yaitu jumlah oksigen

yang dibutuhkan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi karbondioksida dan air. Dengan kata lain, BOD menunjukkan jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh proses respirasi mikroba aerob yang terdapat dalam botol besar daripada kadar bahan organik. Sebaliknya, perairan rawa memiliki kadar bahan organik yang lebih besar daripada kadar bahan anorganik terlarut. (Effendi, 2003).

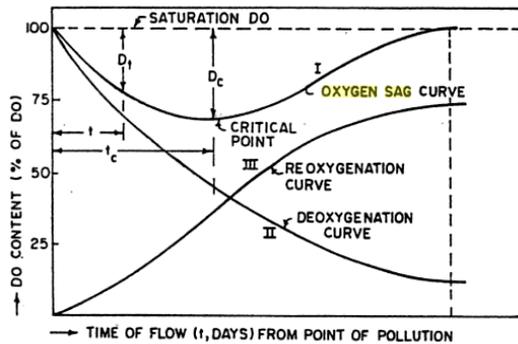


Gambar 1 Pengurangan Oksigen dan Penyisihan BOD dalam Aliran Sungai

Sumber : Punmia, 1998

Kemampuan badan air untuk memurnikan diri (*Self Purification*) merupakan kemampuan untuk menghilangkan bahan organik, nutrisi tanaman, atau pencemar lainnya dari suatu danau atau sungai oleh aktivitas biologis dari komunitas yang hidup di dalamnya. Pemurnian diri sering berhubungan dengan oksidasi bahan organik oleh organisme aerobik. Proses oksidasi menimbulkan deoksigenasi dari air sungai dan tingkat deoksigenasi tergantung pada kekuatan air limbah, tingkat pengenceran yang diberikan oleh campuran dengan air sungai, dan kecepatan sungai.

Berkurangnya kadar DO dikenal dengan istilah deoksigenasi. Tingkat deoksigenasi dipengaruhi oleh jumlah materi organik yang tersisa yang teroksidasi setiap waktu, sesuai dengan temperatur yang dibutuhkan dalam reaksi tersebut. Variasi penurunan kandungan DO pada aliran sungai dalam satuan waktu tertentu digambarkan sebagai kurva deoksigenasi (*deoxygenation curve*) berikut ini :



Gambar 2 Kurva Deoksigenasi, Reoksigenasi, dan Pengurangan Oksigen
 Sumber : Punmia, 1998

Analisis kurva pengurangan oksigen tersebut dapat diselesaikan dengan menentukan tingkat deoksigenasi dan reaerasi dengan persamaan *streeter-phelps* berikut ini :

$$D_t = \frac{K' L_0}{R' - K'} [e^{-K't} - e^{-R't}] + D_0 e^{-R't}$$

dimana,

- K = konstanta reaksi BOD (deoksigenasi)
- R = konstanta reoksigenasi
- D_t = nilai defisit oksigen pada titik sumber pencemar padawaktu t
- L = konsentrasi BOD
- t = waktu tempuh antara dua titik

Nilai konstanta deoksigenasi air sungai dapat menunjukkan kecepatan pemakaian oksigen oleh air sungai untuk proses biokimia seperti penguraian (dekomposisi) bahan organik atau BOD yang masuk ke dalam air sungai secara biologis oleh mikroba, proses oksidasi secara kimia, dan sebagainya. Semakin besar nilai konstanta ini, akan semakin besar pula kemampuan sungai untuk melakukan dekomposisi, oksidasi, dan purifikasi secara alamiah. (Razif, 1994).

Konstanta Deoksigenasi secara matematis dapat ditunjukkan dalam persamaan berikut

$$\text{Log } \frac{L'}{L} = K_1 t$$

Dimana,

- L' = Konsentrasi BOD hulu (mg/l)
- L = Konsentrasi BOD titik terakhirhilir(mg/l)
- t = Waktu tempuh antar titik (hari)

Pemurnian Alami atau *self purification* terdiri dari 4 zona yaitu :

1. Zona Degradasi
2. Zona Dekomposisi Aktif
3. Zona Pemulihan
4. Zona Air Bersih

PARTI-CULARS	ZONES OF POLLUTION				
	CLEAR WATER	ZONE OF DEGRADATION	ZONE OF ACTIVE DECOMPOSITION	ZONE OF RECOVERY	ZONE OF CLEARER WATER
1. DO SAG CURVE	SATURATION LEVEL 100%	40% DO	ZERO		100%
2. PHYSICAL INDICES	CLEAR WATER NO BOTTOM SLUDGES	FLOATING SOLIDS, BOTTOM SLUDGE, COLOUR, TURBIDITY	GREYISH AND DARKER COLOUR, CH ₄ , H ₂ S, CO ₂ , N ₂ GASES EVOLUTION, BLACK SCUM AT TOP	TURBID WITH BOTTOM SLUDGE	CLEARER WATER WITH NO BOTTOM SLUDGE

Gambar 3 Tahapan Proses Purifikasi

METODOLOGI PENELITIAN

Tujuan operasional penelitian ini adalah:

1. Analisis kualitas air sungai untuk parameter BOD dan DO.
 Variabel untuk penelitian ini adalah parameter BOD dan DO dari hasil uji laboratorium sampel air yang diambil dari titik-titik sampel yang telah ditentukan sepanjang Sungai Progo yang ada di Provinsi Yogyakarta.
2. Analisis proses *self purification* yang terdiri dari proses deoksigenasi dan proses reaerasi yang terjadi pada sungai.

Konsentrasi BOD dan DO dari hasil uji laboratorium diolah dengan model matematis kualitas air dari berbagai literatur yang ada untuk menentukan koefisien deoksigenasi dan reaerasi yang terjadi pada badan sungai, sehingga dapat diketahui kemampuan *self purification* Sungai Progo di Provinsi Yogyakarta.

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan dengan rincian sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan
 Tahap ini merupakan langkah awal dalam penelitian yang meliputi :
 - a. Survey pendahuluan dan studi literatur untuk mengumpulkan berbagai informasi mengenai lokasi penelitian.
 - b. Pengumpulan berbagai referensi atau tinjauan pustaka, baik dari berbagai sumber buku maupun jurnal penelitian yang terkait dengan pembahasan dalam penelitian.
 - c. Persiapan alat dan bahan yang digunakan untuk pengambilan sampel air di titik-titik sampel.
2. Tahap Pelaksanaan
 Tahap ini meliputi :
 - a. Pengambilan data primer di lapangan (pengambilan air sampel di titik-titik sampel, pengukuran debit sungai, dan pengujian

- konsentrasi parameter BOD dan DO) dan data sekunder dari lokasi penelitian.
- b. Pengolahan data untuk mencapai tujuan penelitian yang diinginkan.
3. Tahap Penyusunan Laporan
 Tahap ini meliputi :
- a. Analisis data yang diperoleh sebagai tahapan utama dalam penelitian ini sehingga diperoleh kesimpulan berdasarkan hasil temuan di lapangan.
 - b. Proses penyusunan laporan penelitian

Peraturan pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 mengenai Pengelolaan kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Berikut ini table perbandingan konsentrasi setiap parameter dari Titik *Point Source* sampai dengan titik 10.

Konsentrasi DO pada Titik PS, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 bila diamati pada tabel diatas melebihi baku mutu minimum air kelas I yang telah ditentukan dalam peraturan yang berlaku dan hanya di titik 1 dan 2 yang memenuhi baku mutu untuk oksigen terlarut sebesar 6,75 mg/l dan 7,6 mg/l. Sedangkan untuk parameter BOD, semua titik pengambilan memiliki konsentrasi lebih dari 2 mg/L yang ditentukan untuk Baku Mutu

HASIL DAN PEMBAHASAN

NO	TITIK	Jarak Antar Titik (m)	pH	Suhu (°C)	V (m/s)	Kedalaman Sungai			L (m)
						H ₁	H ₂	H ₃	
1	PS	0	6.5	29.2	0.8	2	1	2	6
2	T1	500	7.3	26	0.91	4	6	5	16
3	T2	500	7.69	25	0.43	3	4.5	3	18
4	T3	620	7.18	26	0.5	3	4	7	15
5	T4	650	7.85	28	0.52	5	6	1	20
6	T5	700	7.52	25	0.55	1.4	3	1.5	25
7	T6	900	7.6	27	0.32	3	4	3.5	24
8	T7	1000	7.68	23	0.62	2.5	4.5	4	30
9	T8	800	7.6	25	0.77	2.1	3	2	35
10	T9	700	7.2	26	0.83	3	4	2.2	33
11	T10	1200	7.31	26	0.62	2	5	3	50

Tabel 1 Lokasi Pengambilan Sampel Air dan Pengukuran Kualitas Insitu

Total jarak antar titik dari titik 1 hingga titik 10 adalah 7.570 m dengan kecepatan aliran yang bervariasi, yang mana kecepatan terendah berada pada titik *point source*. dan titik 6, yaitu pada kecepatan 0,32 m/s ,sedangkan untuk kecepatan tertinggi pada titik 1 yaitu pada kecepatan 0.91 m/s. Untuk kedalaman dan lebar sungai pada titik 1 hingga titik 10 tidak dapat dilakukan pengukuran karena keterbatasan alat. Untuk pH disetiap titik berada pada rentang nilai antara 6 sampai 8, dalam artian masih dalam kondisi normal. Suhu tertinggi, berada pada contoh air yang diambil di titik *point source*, disebabkan oleh faktor pengaruh suhu buangan tahu yang langsung dibuang ke badan air disaat masih temperature tinggi.

Setelah didapatkan nilai konsentrasi pH, suhu, DO, dan BOD pada setiap titik pengambilan sampel air pada Sungai Progo, Perlu dilakukan perbandingan konsentrasi setiap parameter dengan baku mutu yang ada berdasarkan peraturan yang berlaku untuk mengetahui lokasi yang melebihi baku mutu. Peraturan yang digunakan untuk acuan adalah

Kelas I yang berlaku. Melihat hasil ini tentunya diperlukan upaya total untuk memenuhi baku mutu bila pada titik-titik dengan status melebihi baku mutu ingin dimanfaatkan untuk kegiatan manusia. Sedangkan untuk parameter pH dan suhu dinyatakan memenuhi baku mutu yang telah ditentukan dan menyesuaikan dengan PP 82 tahun 2001.

Laju deoksigenasi dan reaerasi dipengaruhi oleh kecepatan aliran, jarak antar titik, dan waktu tempuh yang dibutuhkan oleh air yang mengandung materi organik didalamnya. Pada Perhitungan penentuan koefisien K per satuan waktu, Perlu adanya selisih antara konsentrasi BOD pada titik pencampuran air hulu dan *point source*.

Koefisien deoksigenasi (K) dan Reaerasi (Kr) dapat menunjukkan seberapa besar laju pemurnian alami (f) yang terjadi. Untuk nilai DO saturasi, dengan menggunakan suhu pada titik 10, yaitu 26 °C sebagai acuan dan persamaan, menunjukkan hasil seperti dibawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Dos} &= 475/(33,3 + t) \\ &= 8,01 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

Secara aktual, dapat dinyatakan bahwa terjadi defisit oksigen sebesar 1,26 mg/l pada titik 1 (D1) dan 3,01 mg/l pada titik 10 (D10).

Dengan menggunakan persamaan, dapat ditentukan laju deoksigenasi seperti berikut ini :

$$\text{Log } \frac{L'}{L} = K1t$$

Dimana nilai dari L' adalah 15 mg/l

$$L : 3.2 \text{ mg/l}$$

$$t : 393 \text{ menit}$$

$$\text{Log } \frac{L'}{L} = K_1 393$$

$$K = 0,0017 / \text{menit}$$

Nilai konstanta K nantinya akan digunakan untuk menghitung konsentrasi BOD secara teoritis.

Nilai konstanta reaerasi (R) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan streeter-phepls berikut ini :

$$Dt = \frac{KLo}{R-K} [10^{-Kt} - 10^{-Rt}] + D0 10^{-Rt}$$

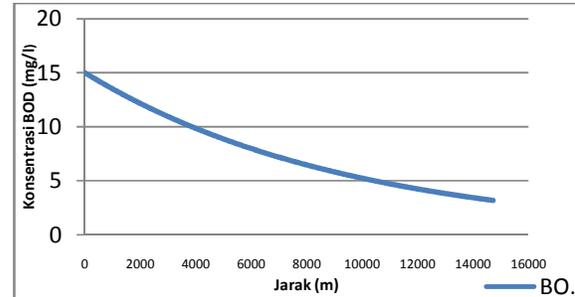
Berdasarkan percobaan yang dilakukan oleh streeter-phepls pada sungai ohio, nilai konstanta R adalah asumsi, bila angka asumsi R benar, maka nilai defisit oksigen pada titik terakhir akan sama dengan atau mendekati nilai defisit oksigen titik terakhir actual. Berikut ini contoh perhitungan defisit oksigen pada titik 10 dengan asumsi $R = 0.0077/\text{Menit}$

$$D10 = \frac{KLo}{R-K} [10^{-Kt} - 10^{-Rt}] + D0 10^{-Rt}$$

$$D10 (\text{teoritis}) = 1.88 \text{ mg/l}$$

Asumsi R diatas melalui hasil komputasi dan asumsi menghasilkan nilai defisit oksigen secara teoritis sama mendekati nilai defisit oksigen actual pada titik 10, sehingga nilai konstanta reaerasi pada Sungai Progo Kecamatan Lendah, Kabupaten Kulon Progo adalah 0.0077 /menit.

Berdasarkan perhitungan diatas tadi, dapat diketahui nilai laju deoksigenasi (K) untuk lokasi penelitian adalah 0.0017/menit dan nilai laju reaerasi adalah 0.0077/ menit. Kedua koefisien ini kemudian digunakan untuk menghitung nilai BOD teoritis dan nilai defisit oksigen yang terjadi di badan Sungai Progo. Dengan persamaan yang sama untuk menghitung kedua koefisien tersebut, maka didapatkan hasil BOD teoritis dan nilai defisit oksigen teoritis sebagai berikut :



Gambar 6 Grafik BOD Teoritis di Badan Sungai

Dari gambar diatas dapat kita amati bahwa secara teoritis nilai BOD mengalami penurunan pada setiap jarak yang ditempuh diakibatkan terjadinya proses perpindahan massa organik didalam air sungai atau dengan kata lain dinamakan proses deoksigenasi, dimana nilai oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengurai zat-zat organik mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin jauh jarak tempuh, senyawa organik secara alamiah tentu saja mengalami penurunan nilai konsentrasi dan secara bersamaan diikuti juga dengan terjadinya penurunan jumlah mikroorganisme yang berada di air Sungai Progo tersebut. Nilai konsentrasi BOD bergantung terhadap senyawa organik yang bersifat *biodegradable* dan jumlah mikroorganisme yang terdapat pada badan air. Dapat diamati bahwa untuk penurunan konsentrasi BOD pada jarak tidak sebesar pada jarak sebelumnya, hal ini dikarenakan oleh semakin berkurangnya kandungan oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan senyawa organik.

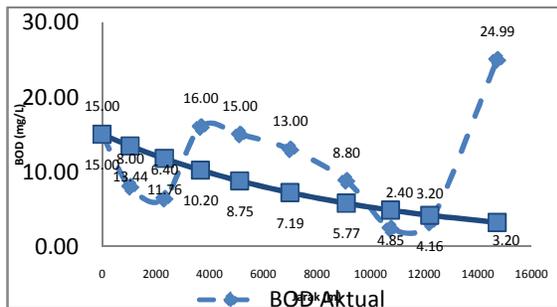
Grafik defisit oksigen di atas menunjukkan bahwa telah terjadinya purifikasi alami konsentrasi oksigen terlarut pada badan air. Konsentrasi DO tidak mengalami dan mencapai nilai saturasi hingga pada jarak 13.100 m. Kondisi ini tentu saja akan terjadi apabila tidak terdapat lagi masukan bahan pencemar yang masuk pada badan sungai di sepanjang jarak tersebut. Nilai konsentrasi defisit oksigen sangat tergantung pada pencemar organik yang masuk ke badan air, kecepatan aliran, adanya turbulensi, dan kondisi morfologi sungai itu sendiri dalam proses reaerasi oksidasi.

Untuk debit sungai sendiri secara teoritis sebenarnya mempengaruhi konsentrasi pencemaran. Nilai debit sendiri dipengaruhi oleh bentuk geomorfologi sungai dan kecepatan aliran mempengaruhi perubahan konsentrasi BOD dan DO pada badan sungai. Untuk nilai koefisien manning (n) relatif tidak menyebabkan perubahan signifikan dalam hal jarak tempuh purifikasi alami BOD. Pada dasarnya, konsentrasi BOD tergantung pada senyawa

organik dan jumlah pengurai yang ada pada pada badan air.

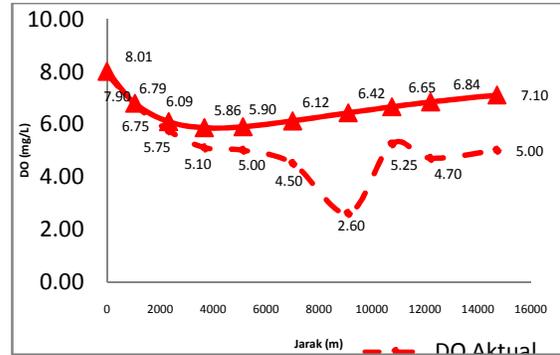
Pada kondisi ini penurunan konsentrasi BOD dan DO terjadi akibat proses deoksigenasi ketika mikroorganisme membutuhkan oksigen untuk melakukan dekomposisi senyawa organik yang ada. Secara teoritis, laju aerasi akan meningkat seiring dengan tingginya nilai perbandingan kecepatan aliran dan kedalaman.

Untuk mengetahui apakah dari permodelan yang digunakan yaitu persamaan *streeter-phelps* dapat mewakili keadaan aktualnya, maka digunakan perbandingan antara nilai konsentrasi BOD dan DO secara aktual dan juga teoritis. Setelah diperbandingkan antara kondisi actual dan teoritis didapatkan bahwa tidak terjadi perbedaan yang begitu signifikan antara keduanya.



Gambar 8 Grafik Perbandingan Nilai Konsentrasi Antara BOD Aktual dengan BOD Teoritis

Dari grafik diatas, untuk parameter BOD dari data hasil uji laboratorium (BOD aktual) dan hasil perhitungan matematis (BOD teoritis) menunjukkan perbedaan yang signifikan, sehingga persamaan matematis dapat dianggap menunjukkan kondisi kualitas pencemar BOD pada badan sungai tersebut. Pada jarak 0 m konsentrasi BOD memiliki nilai yang sama antara BOD aktual dan teoritis. Terjadi fluktuasi pada jarak 672 m sampai dengan 9432 m. Keadaan ini sering terjadi pada permodelan kualitas sungai. Karena banyak faktor-faktor alami dalam sungai yang tidak diperhitungkan dalam beberapa model matematis yang ada. Pada kondisi ini pengaruh dari yang bukan masukan bahan pencemar, jenis kandungan organik, dan bakteri pengurai diabaikan sehingga perbedaan nilai bisa saja terjadi. Selanjutnya berikut ini adalah grafik perbandingan nilai konsentrasi DO aktual dan DO teoritis berdasarkan persamaan *streeter-phelps* yang digunakan.



Gambar 9 Grafik Perbandingan Nilai Konsentrasi DO Aktual dan DO Teoritis

Tidak jauh berbeda seperti pada parameter BOD. Terjadi perbedaan nilai konsentrasi untuk Parameter DO antara DO Aktual dan hasil perhitungan matematis (DO teoritis), terutama pada jarak lebih kurang 9000 m. Untuk konsentrasi DO pada penelitian ini diukur dengan metode titrasi pada laboratorium, tidak dalam kondisi insitu. Namun secara garis besar, baik secara aktual maupun teoritis, untuk grafik diatas menunjukkan bahwa konsentrasi DO mengalami perbaikan secara alami (*self purification*) akibat terjadinya mekanisme reaerasi pada badan sungai itu sendiri. Persamaan yang digunakan dalam menentukan nilai R tidak memperhitungkan pengaruh geomorfologi dalam hal ini kedalaman dan perbedaan kemiringan segmentasi, vegetasi, kandungan oksigen sedimen, dan faktor alam lainnya. Sehingga perbedaan nilai konsentrasi DO aktual dan DO teoritis dapat terjadi.

Adanya perbedaan disebabkan oleh perhitungan konstanta K dan R pada badan sungai. Nilai tersebut menunjukkan pada kondisi nilai laju deoksigenasi proporsional terhadap jumlah material organik yang dapat dioksidasi serta nilai laju reaerasi proporsional terhadap nilai defisit oksigen. Pada kenyataannya, kedua konstanta tersebut sangat dipengaruhi oleh suhu permukaan, luas dan model penampang sungai. Kondisi kehidupan biologis disekitar lokasi sungai, adanya turbulensi air pada sungai, bahkan sedimen yang terdapat di dasar sungai, serta morfologi sungai secara spasial. Namun, perbedaan antara nilai konsentrasi secara teoritis dan aktual tidak berbeda secara signifikan, sehingga persamaan *streeter-phelps* yang kita gunakan secara absolut dapat digunakan untuk permodelan kualitas air sungai khususnya untuk menentukan nilai K, R, dan defisit oksigen yang terjadi.

Banyaknya persamaan matematis yang ada untuk menentukan konstanta-konstanta tersebut tentunya akan memberikan perbedaan hasil. Karena setiap

persamaan yang ada berdasarkan eksperimen pada jenis sungai-sungai tertentu dengan kondisi yang berbeda dengan pengaruh yang berbeda-beda pula. Adanya beberapa nilai ini acapkali menimbulkan keraguan untuk menentukan dan membuktikan nilai koefisien mana yang paling sesuai untuk kondisi sungai yang sedang dilakukan penelitian. Oleh sebab itu dibutuhkan permodelan matematis yang sesuai dan mewakili kondisi sungai yang sebenarnya untuk setiap jangka waktu tertentu.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan terhadap Kemampuan *Self Purification* pada Sungai Progo, maka dapat diambil kesimpulan:

- 1 Kualitas air untuk parameter DO (*Dissolved Oxygen*) pada semua titik pengambilan tidak memenuhi baku mutu jika mengacu pada ketentuan peruntukan kelas I kecuali di titik 1 dan titik 2.
- 2 Untuk Parameter BOD di semua titik pengambilan sampel air melebihi baku mutu kelas I dengan konsentrasi yaitu Point Source = 28 mg/l, T1 = 15 mg/l, T2 = 8 mg/l, T3 = 6.4 mg/l, T4 = 16 mg/l, T5 = 15 mg/l, T6 = 13 mg/l, T7 = 8.80 mg/l, T8 = 2.40 mg/l, T9 = 3.20, T10 = 24.99 mg/l
- 3 Untuk proses purifikasi sendiri didapatkan nilai konstanta deoksigenasi (K) sebesar 0,0017/menit dan nilai Konstanta Reaerasi sebesar 0,0077/ menit. Terlihat bahwa tidak terjadi proses purifikasi dimana ditunjukkan dengan peningkatan konsentrasi BOD mendekati hilir dan fluktuatifnya konsentrasi DO.

DAFTAR PUSTAKA

Anggriawan, Denny, Yuni Arisya dan Hanan Hanifah. 2013. Oksigen Terlarut. Bandung : Universitas Padjadjaran

Anonim. 2013. Karakteristik *Self Purification* Sungai Celeng di Kecamatan Imogiri Kabupaten Bantul. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya

Anonim, 2012. Buku Putih Sanitasi Kabupaten Direktorat Kehutanan dan Konservasi Sumberdaya Air. 2008. Kajian Model Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Terpadu. Jakarta : BAPPENAS

Asdak, Chay. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Penerbit : Gajah Mada University Press.

Badan Standardisasi Nasional. 2004. Standar Nasional Indonesia Nomor 6989.14:2004 *Tentang Cara*

Uji Oksigen Terlarut Secara Yodometri (Modifikasi Azida). Jakarta : Balitbang DPU

Badan Standardisasi Nasional. 2008. Standar Nasional Indonesia Nomor 6989.57:2008 *Tentang Metoda Pengambilan Contoh Air Permukaan*. Jakarta : Balitbang DPU

Badan Standardisasi Nasional. 2009. Standar Nasional Indonesia Nomor 6989.72:2009 *Tentang Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD)*. Jakarta : Balitbang DPU

Effendi, Hefni. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta : Kanisius

Fardiaz, Srikandi. 1992. Polusi Air dan Udara. Yogyakarta : Kanisius

Hendrasarie, Novirina dan Cahyarani. 2008. Kemampuan *Self Purification* Kali Surabaya, Ditinjau dari Parameter Organik Berdasarkan Model Matematis Kualitas Air. Surabaya : Universitas Pembangunan Nasional Veteran

Hersch, Reginald W. 2008. *Streamflow Measurement 3rd Edition*. CRC Press. USA : CRC Press

Ifabiyyi, I. P. 2008. *Self Purification of a Freshwater Stream in Ile-Ife : Lessons for Water Management*. Nigeria : Departement of Geography University of Ilorin

Kementerian Lingkungan Hidup. 2003. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003 *Tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air*. Jakarta : Kementerian Lingkungan Hidup

Lin, Shun Dar. 2007. *Water and Wastewater Calculations Manual*. USA : McGraw Hill

Nazir, Mohammad. 1988. Metode Penelitian. Jakarta : Ghalia Indonesia Punmia, B.C. dan Ashok Jain.

1998. *Wastewater Engineering (Including Air Pollution)*. New Delhi : Laxmi Publications (P) Ltd

Razif, Mohammad. 1994. Penentuan Konstanta Kecepatan Deoksigenasi, Reaerasi, dan Sedimentasi Disepanjang Sungai dengan Simulasi Komputer. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya

Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. Jakarta : Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI

Streeter, H. W. and Earle B. Phelps. 1925. *A Study of The Pollution and Natural Purification of The Ohio River III (Reprinted 1958)*. U.S. : Department of Health, Education, and Welfare



Sunandar, Priyo. 2009. Profil Daerah Aliran Kali Progo (Kabupaten Magelang, Kabupaten Temanggung, dan D.I. Yogyakarta). Depok : Universitas Indonesia

Suriasumantri, Jujun S. 2003. Filsafat Ilmu Sebuah Pengantar Populer. Jakarta : Pustaka Sinar Harapan

Thoman, Robert V. dan John A. Mueller. 1987. *Principles of Surface Water Quality Modeling and Control*. New York : Harper and Row, Publisher, Inc

Wardhana, Wisnu Arya. 2004. Dampak Pencemaran Lingkungan. Yogyakarta : Andi