

PEMODELAN KUALITAS AIR MENGGUNAKAN MODEL QUAL2K (Studi Kasus: DAS Ciliwung)

WATER QUALITY MODELING USING QUAL2K (Case Study: Ciliwung Watershed)

¹Desy Triane dan Suharyanto²

^{1,2} Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Jl Ganesha 10 Bandung 40132

¹windairiani_itb09@yahoo.com dan ²tripadmi@ftsl.itb.ac.id

Abstrak: Pengelolaan DAS Ciliwung termasuk salah satu program kebijakan Kementerian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan Indonesia (Kementerian Koordinator Bidang Kesejahteraan Masyarakat) yang terdapat pada salah satu target Millenium Development Goals (MGD) dengan prioritas utama adalah pengelolaan dan perbaikan fungsi dan kualitas air Sungai Ciliwung. Sungai ini berhulu di Atta'wun Puncak (Kabupaten Bogor) dan mengalir sampai Teluk Jakarta (Jakarta Utara) dengan panjang sungai kurang lebih 129 km, dengan luas DAS sekitar 347 km². Debit rata-rata sungai Ciliwung berfluktuatif pada setiap segmennya. Fluktuasi debit terbesar terdapat pada segmen 6 (Pintu Manggarai) dengan adanya pengurangan debit dari 31 m³/s menjadi 1,8 m³/s. Berdasarkan profil DO Sungai Ciliwung segmen 1-6 rentang nilai berfluktuasi antara 0,3 mg/L sampai dengan 8 mg/L. Beberapa titik di Segmen 5 dan 6 telah mencapai kondisi anoxic hal tersebut ditandai dengan rendahnya nilai DO (0,5 mg/L) yaitu di titik KM 96.1 s.d KM 126.5 (Waduk Pluit). Baku mutu yang ditetapkan untuk nilai DO sebagai kelas III yaitu sebesar 3 mg/L. Hampir semua titik pengamatan di segmen 1- 6 untuk parameter BOD telah melebihi baku mutu yang ditetapkan yaitu untuk kelas III yaitu 6 mg/L, nilai BOD yang berfluktuasi dengan rentang antara 0.1 mg/L hingga mencapai titik tertinggi sebesar 14,5 mg/L di titik KM 126,5. Beban pencemar untuk BOD terbesar dihasilkan pada segmen 4 dan 5 sungai yaitu sebesar 13577.5 kg/hr dan 28180.9kg/hr. Simulasi penyebaran pencemar dilakukan dengan menggunakan software model QUAL2k dengan penyelesaian menggunakan rumus numerik dan jenis model steady state. Hasil kalibrasi untuk nilai K1 dan K2 pada segmen 1 adalah 0,3 L/hr dan 0,4 L/hr, segmen 2,3 dan 4 adalah 0,35 L/hr dan 0,4 L/hr, dan segmen 5 dan 6 adalah 0,12 L/hr dan 0,45 L/hr. Pemodelan ini berfungsi untuk mengetahui pola penyebaran pencemar pada air Sungai Ciliwung dari hulu sampai hilir dan merekomendasikan kebijakan dan langkah pengelolaan sesuai dengan hasil grafik model dan besar beban pencemar.

Kata kunci: Sungai Ciliwung dan DAS, beban pencemar, Qual2K, kalibrasi model

Abstract: Ciliwung River Watershed management is one of the policies program belong to Ministry of Human and Cultural Development that is included in one of Millenium Development Goals (MDG) with its priority is to manage and recover Ciliwung river functions and water quality. Ciliwung River is one of the river that has social and economic function. The river headwaters is in Atta'wun Puncak (Kab. Bogor) and downstream is in North Jakarta with length 129 km, and 347 km² for watershed. Average discharge Ciliwung river is fluctuative in each segment. The highest rate fluctuations present is in 6 segments (Pintu Manggarai) with a reduction in discharge of 31 m³ / s become to 1.8 m³ / s. Based on Ciliwung's DO profile for segments 1-6, range of values fluctuate between 0.3 mg / L up to 8 mg / L. Some points in Segments 5 and 6 have reached an anoxic condition that is characterized by the low value of DO (0.5 mg / L), that is at KM 96.1 to KM 126.5 (Waduk Pluit). Quality standards established for the value of DO as class III in the amount of 3 mg / L. Almost all points observation in segment 1- 6 for BOD parameter has exceeded the quality standards established for Class III which is 6 mg / L, BOD values that fluctuate in range between 0.1 mg / L to reach the highest point of 14.5 mg / L at KM 126.5. The biggest pollutant load for BOD generated in segments 4 and 5 rivers in amount of 13577.5 kg/d and 28180.9 kg/d. Dispersion simulation of pollutants carried out using QUAL2k to completion using a numerical formula and steady state models. Calibration results for value of K1 and K2 in segment 1 are 0.3 L/d and 0.4 L / d, segments 2,3, and 4 are 0.35 L / d and 0.4 L / d, and segment 5 and 6 are 0.12 L / d and 0.45 L / d. This modeling is used to determine the dispersion of pollutants in water Ciliwung River from upstream to downstream and

recommend policies and management measures in accordance with the results of graph models and large pollutant loads.

Key words: *Ciliwung River and Watershed, pollutant load capacity, Qual2K, model calibration*

PENDAHULUAN

Pengelolaan DAS Ciliwung termasuk salah satu program kebijakan Kementerian Koordinator Bidang Kesejahteraan Masyarakat yang terdapat pada salah satu target Millenium Development Goals (MDG) dengan prioritas utama adalah pengelolaan dan perbaikan fungsi dan kualitas air Sungai Ciliwung, karena Ciliwung merupakan salah satu daftar sungai nasional yang menjadi urat nadi pertumbuhan ekonomi dan kehidupan masyarakat Provinsi Jawa Barat dan DKI Jakarta yang saat ini telah masuk pada kelas tercemar berat (Pusair, 2012).

Kegiatan pembangunan yang terdapat di DAS Sungai Ciliwung tergolong intensif, dengan laju pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi. Beberapa studi mengenai perhitungan kapasitas dan daya tampung beban pencemar pada DAS Ciliwung telah dilakukan, hasil penelitian Widhiasiari (2010) mengenai Load Capacity Study Of Ciliwung Watershed menggunakan model qual2kw menyimpulkan beban pencemar khusus BOD tertinggi terdapat dibagian hilir yaitu segmen 6 (Manggarai – Ancol). Untuk segmen 1 sampai dengan 5 memiliki daya tampung untuk baku mutu kelas IV, dan segmen 6 melebihi standar baku mutu yang ada. Nilai daya tampung segmen 1-6 BOD adalah 350,58-2318,23 kg/jam. Hasil penelitian Bantuan Teknis Pengelolaan Air Limbah Domestik DAS Ciliwung, segmen 5 dan 6 (Pusair, 2013), menggunakan model MOD-Qual, melihat pola penyebaran DO dan BOD di aliran sungai. Semua parameter yang dikaji telah melebihi baku mutu dan 85% ruas sungai telah tercemar (segmen 5 dan 6). Harus adanya pengolahan air limbah khusus domestik yang dilakukan secara on-site maupun off-site.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui beban pencemar dari 366 desa yang masuk ke dalam DAS Ciliwung, selain itu juga mengetahui pola penyebaran pencemar pada air Sungai Ciliwung dari hulu sampai hilir terutama untuk parameter BOD dan DO, hal ini menjadi dasar dan pedoman untuk mengetahui tingkat pencemaran dan pemilihan kebijakan serta rekomendasi untuk pengembalian fungsi dan pengelolaan kualitas air sungai sesuai dengan hasil akhir program millennium development Goals untuk pengelolaan lingkungan khusus sungai nasional. Perhitungan dan simulasi pergerakan pencemar menggunakan dan software Qual2k.

QUAL2K atau Q2K adalah model kualitas air yang merupakan versi terbaru dari model Qual2E (Fereidoon dan Khorasani, 2013). Model ini yang dapat mensimulasikan migrasi dan transformasi berbagai konstituen termasuk oksigen terlarut, kebutuhan oksigen biokimia (Zhang, dkk, 2012). Analisis menggunakan Qual2k merupakan pemodelan dengan mengutamakan tidak hanya komponen kinetik pencemar namun juga memperhatikan hidrolis data berupa kecepatan dan debit aliran sungai. Penyebaran parameter pencemar akan lebih mendeskripsikan kondisi di lapangan, apabila kecepatan dan debit aliran terkalibrasi (Bottino, dkk, 2011). Simulasi penyebaran pencemar dilakukan dengan menggunakan software model QUAL2k ini dengan penyelesaian menggunakan rumus numerik dan jenis model steady state.

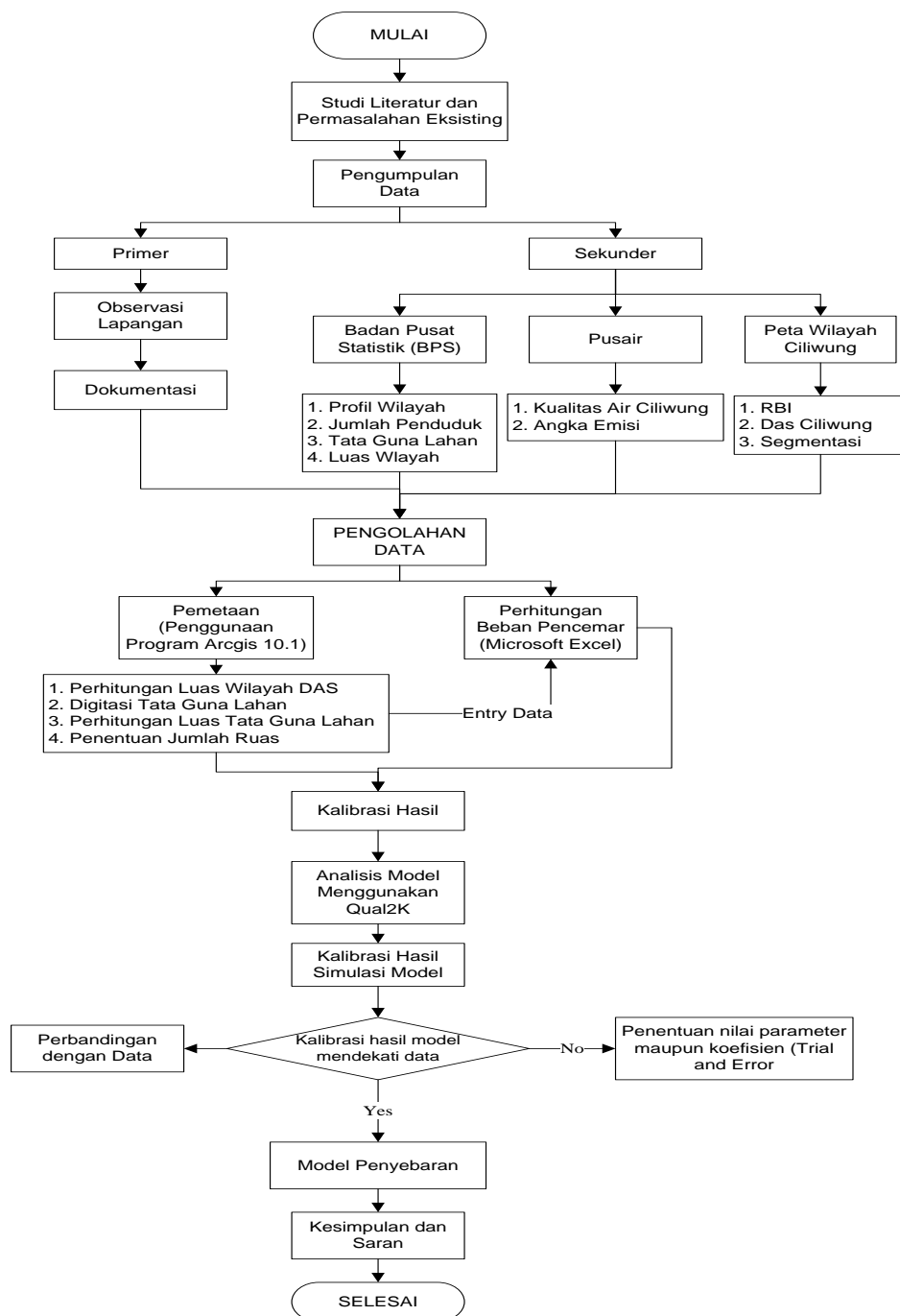
Pembagian daerah perhitungan model didasarkan kepada jenis area dan lahan yang terdapat di sepanjang DAS Ciliwung, karena nilai koefisien decay oksigen dan reaerasi pencemar akan berbeda untuk masing-masing jenis area (Chapra, 1997). Ciliwung dibagi menjadi 6 segmen utama pemantauan, dimana didalam pengerjaannya, model dibagi menjadi 3 komponen yaitu model untuk segmen 1, model untuk segmen 2,3 dan 4 dan model penyebaran untuk segmen 5 dan 6. Segmen 1 didominasi oleh pertanian dan tidak ada faktor urban dengan jenis air nya yaitu air permukaan dan limbah domestik ringan, untuk segmen 2,3 dan 4 merupakan daerah peralihan. Segmen 2 merupakan daerah urban, segmen 3 adalah daerah non urban namun masih dipengaruhi oleh aktifitas manusia dari segmen 2, dan daerah urban pada segmen 4 dengan jenis air limbah domestik ringan, untuk segmen 5-6 merupakan daerah pemukiman dengan jenis air limbah domestik berat namun telah ada pengolahan air. Berdasarkan hasil pemodelan yang diperoleh

dapat dirancang suatu pola manajemen yang akan ditetapkan dan Skenario tingkat pengolahan air limbah yang diperlukan sebelum dialirkan ke Sungai Ciliwung.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui beban pencemar dan penyebaran pencemar di Sungai Ciliwung. Secara geografis DAS Ciliwung terletak antara 106° 42' 12" - 106° 55' 20" BT dan 6° 11' 54" – 7° 01' 27" LS (BBWS Ciliwung Cisadane, 2007). Pengumpulan data yang dilakukan melalui 2 (dua) metode yaitu dengan melakukan perhitungan dan observasi langsung (data primer) dan memperoleh data dari pihak lain (data Sekunder). Data-data sekunder dikumpulkan dari beberapa instansi terkait, yaitu peta Dasar DAS Ciliwung dan data kualitas air serta data hidrolik Sungai Ciliwung (Puslitbang Sumber Daya Air), Pengamatan di lapangan bertujuan untuk menentukan pengklasifikasian secara garis besar jenis kegiatan yang ada di sepanjang aliran sungai Ciliwung (DAS Ciliwung), dan deliniasi lahan yang berguna untuk mengetahui jenis dan aktivitas-aktivitas apa saja yang ada di dalamnya, disesuaikan dengan Peta Rupa Bumi Indonesia yang diperoleh. Data terdiri dari pemetaan dan deliniasi tata guna lahan, perhitungan beban pencemar, analisis hidrolik dan kualitas air menggunakan qual2k dan kalibrasi model. Parameter yang akan dianalisa adalah BOD dan DO.

Parameter hidrolik sungai sangat menentukan keakuratan pendeskripsian penyebaran pencemar. Data hidrolik berupa debit, kecepatan, travel time dan kedalaman sungai dimasukkan ke dalam model dengan asumsi bahwa parameter tersebut merupakan media pembawa parameter kualitas air dari hulu sampai dengan hilir. Perhitungan dasar dari model qual2k adalah pencampuran konsentrasi yang terjadi disepanjang aliran sungai. Dari hasil running Qual2K akan diperoleh data. Data tersebut akan dibandingkan dengan data hasil perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan Microsoft excel. Akan terdapat perbedaan antara hasil Qual2K dengan hasil perhitungan, untuk itu harus dilakukan kalibrasi supaya hasil Qual2K mendekati hasil perhitungan yang telah dilakukan. Hasil Qual2K yang telah dikalibrasi itulah yang nantinya dijadikan dasar untuk melakukan simulasi dan pengambilan kebijakan pengelolaan kualitas air sungai. Metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Estimasi Beban Pencemar

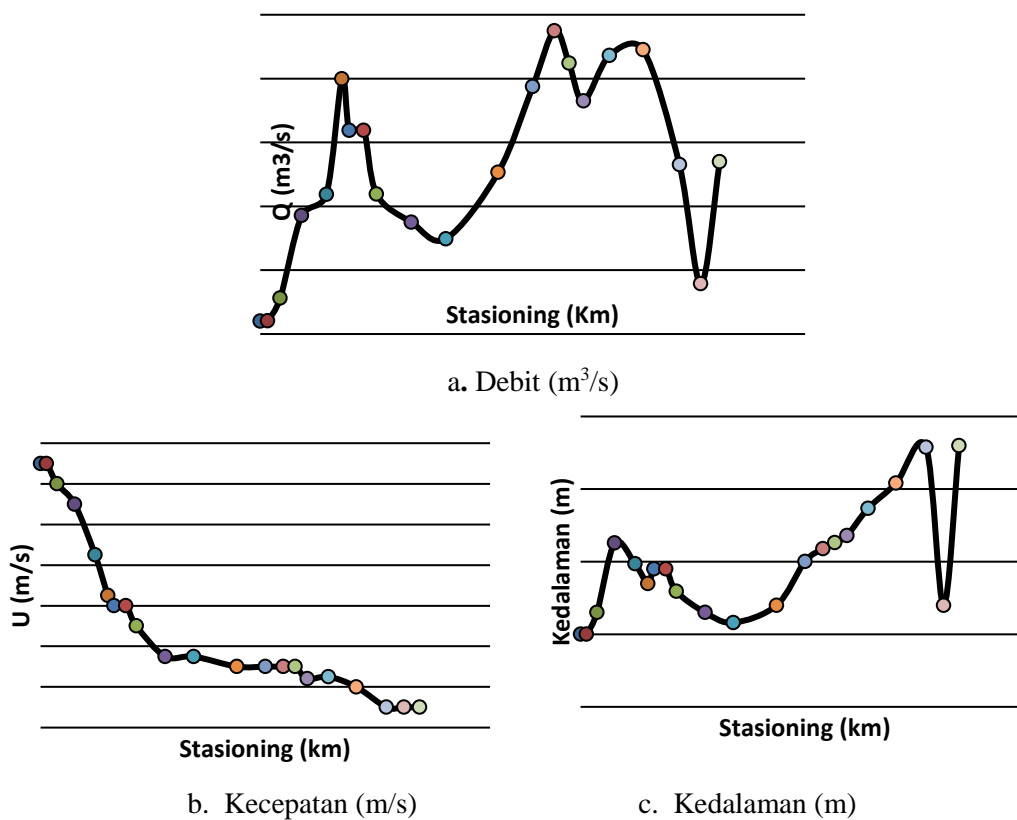
Perhitungan estimasi beban pencemar awal, dilakukan untuk setiap ruas. Beban pencemar berasal dari beberapa aktivitas yang terdapat di setiap ruas(desa), aktivitas meliputi industri, domestik, pertanian dan peternakan. Angka emisi untuk setiap parameter yang diuji penting untuk diketahui. Berikut ini adalah hasil perhitungan beban pencemar masing-masing segmen berdasarkan aktivitas yang terdapat pada reach (ruas), **Tabel 1** merupakan perhitungan estimasi distribusi beban pencemar di Sungai Ciliwung.

Tabel 1. Estimasi distribusi beban pencemar Sungai Ciliwung.

Segmen	Jumlah Ruas	Wilayah Administrasi	Beban Pencemar (kg/hr)		
			BOD	Tot-N	Tot-P
Segmen 1 (Atta'awun-Katulampa)	1-24	Kab. Bogor	10529,31	512,62	55,40
Segmen 2 (Katulampa – Kedung Halang)	25-36	Kota Bogor	5808,5	282,81	30,45
Segmen 3 (Kedung Halang-Pondok Rajeg)	37-50	Kota Bogor	13179	642,25	55,90
Segmen 4 (Pondok Rajeg – Kelapa Dua)	51-62	Kota Depok	13577,5	661,2	71,21
Segmen 5 (Kelapa Dua-Manggarai)	63-86	DKI Jakarta	28180,9	1201,19	147,91
Segmen 6 (Manggarai)	87-103	DKI Jakarta	9533	26,62	41,14
TOTAL	103				

Analisis Data Hidrolik

Pelaksanaan pemodelan kualitas air sungai dimulai dengan mengetahui data hidrolik berupa debit, kecepatan, kedalaman dan travel time lokasi sampling, hal ini berpengaruh besar terhadap hasil pemodelan, karena Qual2k tidak hanya memodelkan kualitas air berdasarkan parameter kinetic, namun juga berdasarkan parameter hidrolik yang ada. Faktor hidrolik menjadi hal sangat penting dalam menentukan pola penyebaran dari pencemar yang masuk ke sungai utama baik dari anak sungai, maupun distribusi pencemar langsung dari sumber. **Gambar 2** merupakan data hidrolik untuk Sungai Ciliwung.

**Gambar 2.** Data hidrolik Ciliwung.

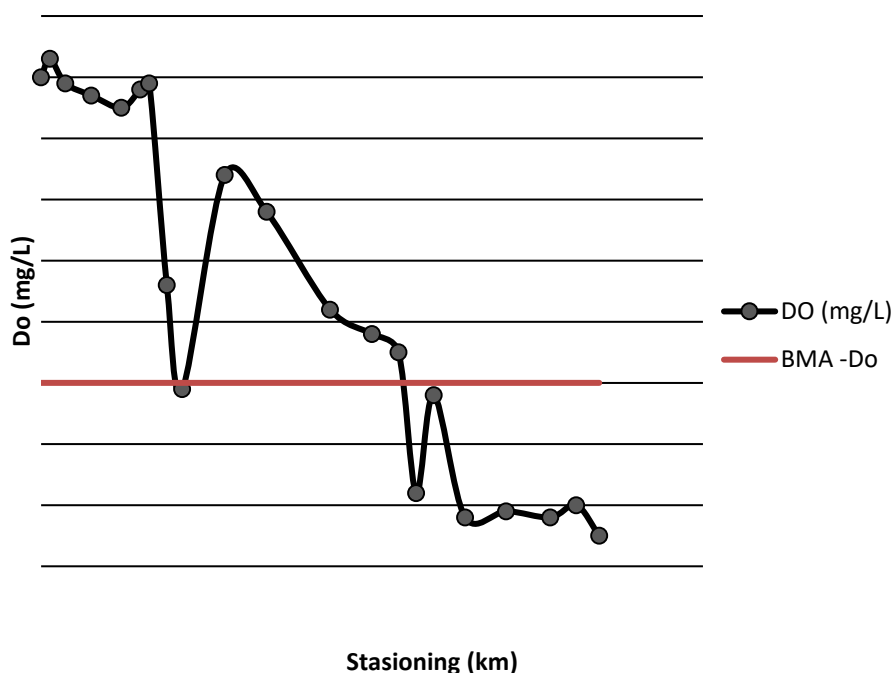
Analisis Kualitas Air

Kegiatan sepanjang aliran sungai Ciliwung yang dimulai dari hulu (atta-awun) sampai dengan hilir (Pintu Manggarai) di dominasi oleh buangan domestic dari pemukiman dan rumah tangga. Seperti halnya negara berkembang lainnya seperti India buangan domestic dari perumahan dan juga industri merupakan faktor utama penurunan kualitas air sungai, sampai pada tingkat pencemaran berat (Kalburgi, dkk, 2010).

Berdasarkan hasil data sekunder dan pantauan (observasi lapangan) kualitas air Sungai Ciliwung telah tercemar berat hal ini dapat dilihat dari parameter-parameter baik fisika maupun kimia yang melebihi baku mutu air permukaan kelas II Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Dari parameter BOD dan Do yang dianalisis didapat di beberapa titik pemantauan sudah tidak sesuai dengan kriteria mutu air untuk kelas III yang disyaratkan. Untuk melihat kondisi kualitas air secara keseluruhan, maka akan disajikan profil kualitas air untuk parameter DO, BOD, yang telah dilakukan pada tahun 2012 menunjukkan beberapa fenomena sebagai berikut:

A. Oksigen Terlarut (Do)

Nilai Oksigen terlarut merupakan salah satu parameter pencemaran kualitas air yang sangat penting, Nilai DO selalu berbanding terbalik dengan nilai BOD. Berdasarkan hasil pengamatan dan data sekunder hasil sampling dari Pusair, Jawa Barat, DO berfluktuasi dengan rentang nilai antara 0,3 mg/L sampai dengan 8 mg/L. Beberapa titik di Sungai Ciliwung Segmen 5 dan 6 telah mencapai kondisi anoxic hal tersebut ditandai dengan rendahnya nilai DO yaitu di titik KM 96,1 s.d KM 126,5 (Waduk Pluit), dapat dilihat pada **Gambar 3**.

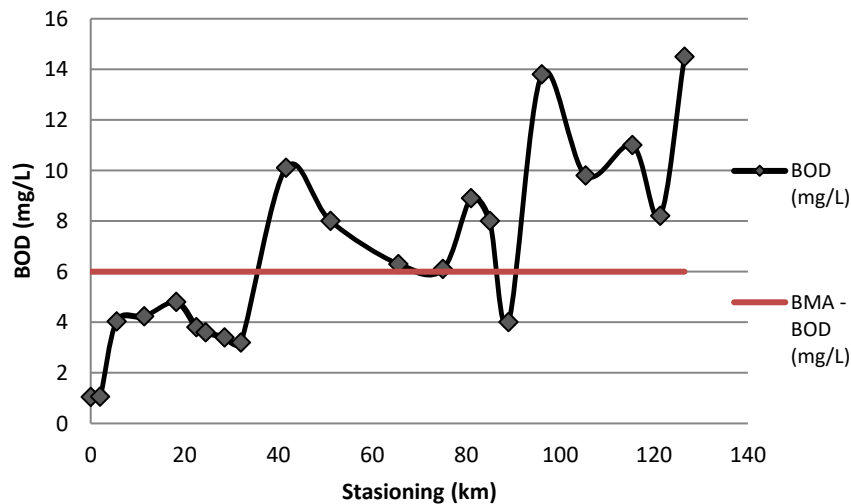


Gambar 3. Profil oksigen terlarut Sungai Ciliwung Segmen 1-6

B. Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Pada Gambar 4 nilai BOD pada hampir semua titik pengamatan di Sungai Ciliwung Ssegment 1- 6 telah melebihi baku mutu yang ditetapkan yaitu untuk kelas III yaitu 6 mg/L, nilai BOD yang berfluktuasi dengan rentang antara 0.1 mg/L hingga mencapai titik tertinggi sebesar 14.5 mg/L di titik KM 126.5. Fenomena tersebut terjadi karena di sepanjang Sungai Ciliwung Segmen 1-6 dari hulu hingga ke hilir terdapat bernagai macam buangan dari domestic, pertanian,

peternakan dan non domestik nilai BOD_5 semakin meningkat. Profil BOD dapat dilihat pada **Gambar 4**.



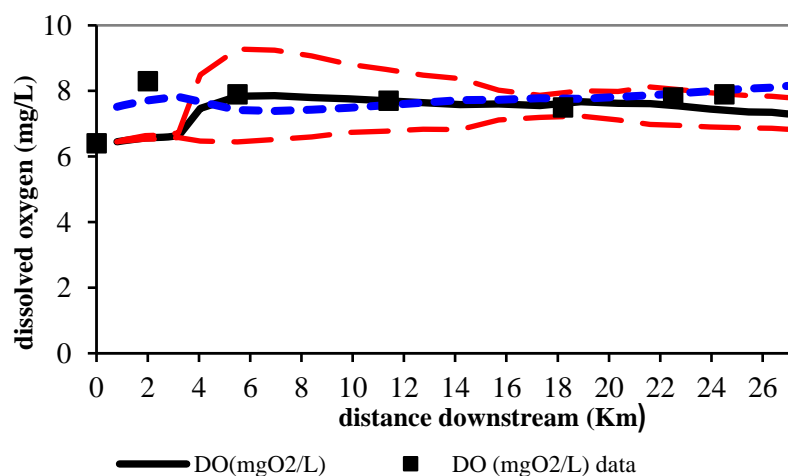
Gambar 4. Profil BOD Sungai Ciliwung Segmen 1-6

Kalibrasi Model Kualitas Air Parameter DO dan BOD

Berdasarkan data sekunder, dapat kita lihat bahwa kualitas air Sungai Ciliwung dari hulu ke hilir menunjukkan kualitas yang semakin buruk. Hal itu terjadi karena aktivitas yang ada di sepanjang Sungai Ciliwung yang menghasilkan limbah, baik limbah domestik, pertanian, peternakan maupun non domestik (komersil, rumah sakit, pabrik).

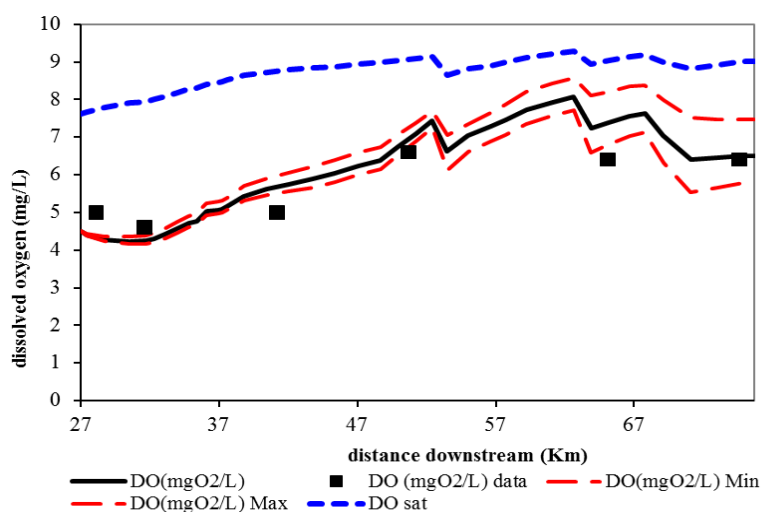
A. Oksigen Terlarut (DO)

Berdasarkan Gambar 3 dapat kita lihat bahwa kecenderungan nilai DO dari hulu ke hilir mengalami penurunan. Penurunan DO terjadi karena pencemaran yang terjadi sepanjang aliran sungai, yang bisa berasal dari limbah domestik maupun non domestik. Sedangkan kenaikan nilai DO bisa terjadi karena beberapa hal, yaitu masukkan oksigen dari udara, pengenceran dari inlet dengan kondisi air (khususnya DO) yang lebih baik, self purification yang terjadi di sungai, terjadinya proses aerasi di badan air, misalnya akibat adanya terjunan karena ada bendung atau terjunan alamiah karena profil sungai. Kalibrasi nilai untuk parameter hidrolik berupa debit, kecepatan dan ketinggian air berpengaruh terhadap hasil simulasi model untuk parameter kualitas air. Pada **Gambar 5 – 7** adalah hasil simulasi dan kalibrasi DO pada setiap pengerjaan model Qual2k segmen Sungai Ciliwung.



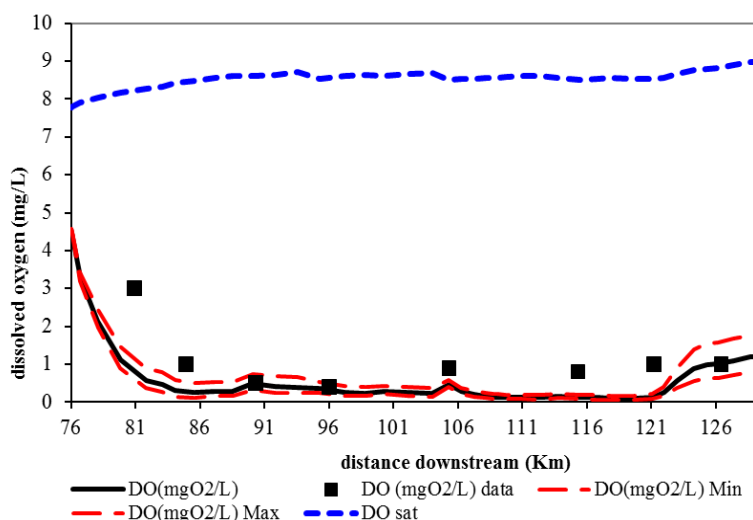
Gambar 5. Model dan kalibrasi DO Sungai Ciliwung Segmen 1.

Hasil kalibrasi parameter DO menunjukkan hasil *matching curve* $R^2 = 0.87$ yang amat bermakna.



Gambar 6. Model dan kalibrasi DO Sungai Ciliwung Segmen 2,3, dan 4.

Hasil kalibrasi parameter DO menunjukkan hasil *matching curve* $R^2 = 0.9$ yang amat sangat bermakna.

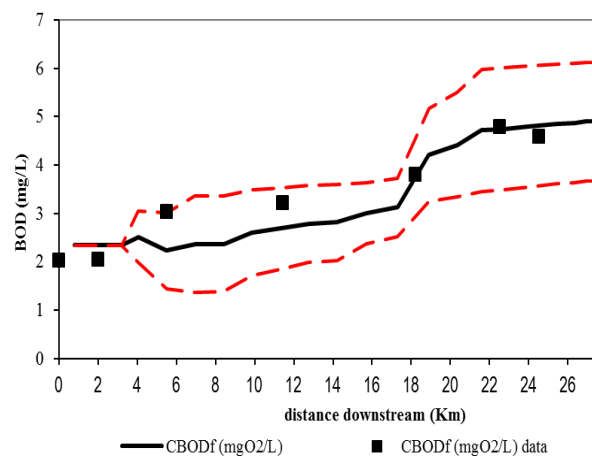


Gambar 7. Model dan kalibrasi DO Sungai Ciliwung Segmen 5 dan 6.

Hasil kalibrasi parameter DO menunjukkan hasil *matching curve* $R^2 = 0,71$ yang amat sangat bermakna.

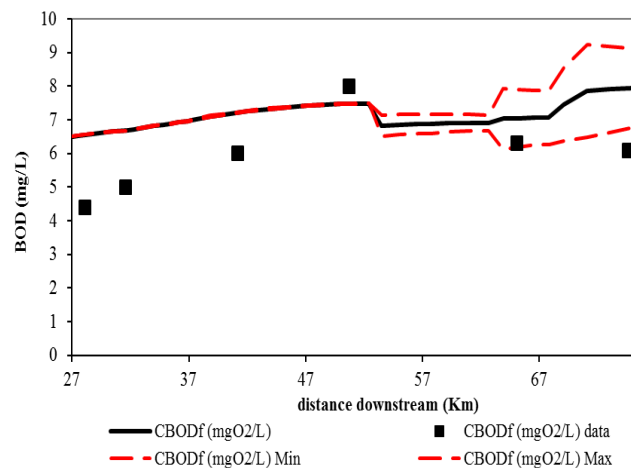
B. Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Berdasarkan hasil sampling Tabel 2 nilai BOD berfluktuasi dari hulu ke hilir, namun mengalami kecenderungan meningkat semakin ke hilir. Konsentrasi BOD tertinggi terdapat pada segmen 5 dan 6 pada daerah hilir, berbanding lurus dengan jenis aktivitas dan jumlah penduduk yang ada pada daerah tersebut. Buangan organik terbesar dihasilkan oleh limbah domestic dimana hamper seluruh kawasan DAS Ciliwung pada segmen tersebut didominasi oleh kegiatan domestic berupa pemukiman dan non domestic. Pada **Gambar 8 – 10** merupakan grafik hasil simulasi dan kalibrasi parameter BOD segmen 1-6 Sungai Ciliwung



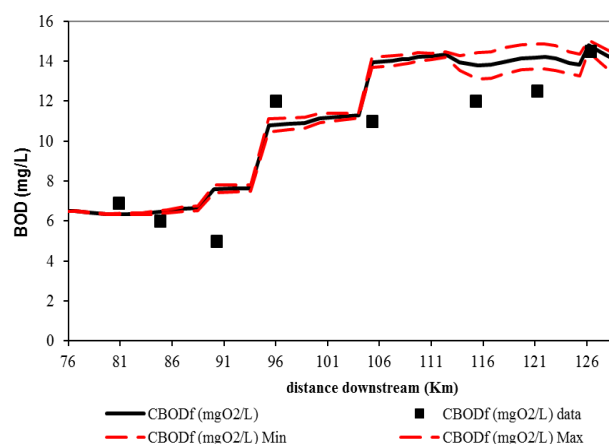
Gambar 8. Model dan kalibrasi BOD Sungai Ciliwung Segmen 1.

Parameter indikator pencemaran yang secara umum biasanya digunakan parameter BOD, dalam hal ini profil kualitas air yang dari hulu ke hilirnya berfluktuasi didapatkan *matching curve* $R^2 = 0,83$ masih bermakna pada level $p=0,01$.



Gambar 9. Model dan kalibrasi BOD Sungai Ciliwung Segmen 2,3, dan 4.

Hasil kalibrasi parameter BOD menunjukkan hasil *matching curve* $R^2 = 0,67$ yang amat sangat bermakna.



Gambar 10. Model dan kalibrasi kecepatan Sungai Ciliwung Segmen 5 dan 6.

Hasil kalibrasi parameter BOD menunjukkan hasil *matching curve* $R^2 = 0.9$ yang amat sangat bermakna. Perkiraan dan penyebaran parameter pencemar BOD dan DO menunjukkan bahwa tingkat pencemaran yang terdapat di Sepanjang aliran Ciliwung telah melebihi baku mutu air. Hasil analisis model Sungai Ciliwung serupa dengan hasil pemodelan beberapa sungai di negara berkembang dengan dominasi kegiatan yang hampir sama. Seperti halnya pada Sungai Yamuna, Delhi India (M, Vasudevan, dkk, 2011), nilai DO mendekati angka nol dan nilai BOD mencapai 14 mg/l pada situasi sungai semakin ke hilir, dimana terdapat banyak masukan limbah domestic yang tidak diolah dengan baik.

Berdasarkan hasil dari kalibrasi model di atas maka dapat disajikan beberapa parameter kinetik model seperti pada **Tabel 2** berikut ini.

Tabel 2. Koefisien kinetik parameter model kualitas air S.Ciliwung Segmen 1-6.

Segmen	K1 (Koefisien Decay BOD)		K2 (Koefisien Aerasi)	
	Standar	Asumsi	Standar	Asumsi
1 (atta-awun)	0,3 – 0,4 l/h *	0,3 l/h	0,4 - ,69 l/h *	0,4 l/h
2,3 dan 4	0,35 l/h**	0,35 l/h	0,35 – 0,46 l/h**	0,4 l/h
5 dan 6	0,12-0,23 l/h***	0,12 l/h	0,35 – 0,46 l/h**	0,45 l/h

Sumber :Chapra, 1997

Ket : K1=* Limbah tanpa pengolahan, ** Limbah domestik ringan, ***Limbah domestik dengan adanya pengolahan; K2=*Sungai besar dengan kecepatan $0,55 < U < 1,5$, ** Sungai besar dengan kecepatan rendah ($< 0,55$)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengumpulan dan analisis data pencemar BOD berasal dari beberapa jenis kegiatan yang ada disepanjang aliran sungai Ciliwung, mulai dari pertanian, peternakan dan pemukiman. Segmen 1 didominasi oleh pertanian dan tidak ada faktor urban dengan jenis air nya yaitu air permukaan dan limbah domestik ringan, kalibrasi hasil model parameter DO dan BOD mendapatkan nilai K1 sebesar 0,3 l/hr dan K2 sebesar 0,4 l/hr, untuk segmen 2,3 dan 4 merupakan daerah peralihan. Segmen 2 merupakan daerah urban, segmen 3 adalah daerah non urban namun masih dipengaruhi oleh aktifitas manusia dari segmen 2, dan daerah urban pada segmen 4 dengan jenis air limbah domestik ringan, kalibrasi hasil model mendapatkan hasil K1 sebesar 0,35 l/hr dan K2 adalah 0,4 l/hr, untuk segmen 5-6 merupakan daerah pemukiman dengan jenis air limbah domestik berat namun telah ada pengolahan air, kalibrasi hasil model mendapatkan nilai K1 sebesar 0,12 l/hr dan K2 sebesar 0,45l/hr. Grafik model menunjukkan bahwa semakin ke hilir, beban pencemar dan nilai BOD semakin meningkat mencapai 14,39 mg/l, nilai tersebut telah melebihi baku mutu air Kelas III yaitu sebesar 6 mg/l. Berdasarkan hasil pemodelan yang diperoleh dapat dirancang suatu pola manajemen yang akan ditetapkan dan Skenario tingkat pengolahan air limbah yang diperlukan sebelum dialirkan ke Sungai Ciliwung.

Daftar Pustaka

- Bottino. Flávia, Ferraz. C. Ive, Menciondo. M. Eduardo, and Caliju. C. Maria. 2011. *Calibration of QUAL2K Model In Brazilian Micro Watershed: Effects of the Land Use On Water Quality*. Volume-22, nomer- 4, p. 474-485. Acta Limnologica Brasiliensia. Brasilia
- Chapra. C. Steven. 1997. *Surface Water-Quality Modeling*. McGraw-Hill. New York.
- BBWS. Ciliwung-Cisadane. 2007. *Studi Water Balance Kali Ciliwung*. Departemen Pekerjaan Umum. Jawa Barat.
- Fereidoon. Majid and Khorasani. Gholamreza. 2013. *Water Quality Simulation in Qarresu River and The Role of Wastewater Treatment Plants in Reducing the Contaminants Concentrations*. Volume-3, Issue-5. IJITEE. Iran
- Iskandar. A. Yusuf dan Priadie, Bambang. 2013. *Nilai Satuan Beban Pencemar Untuk Menghitung Potensi Beban Pencemar Limbah Ternak*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air. Kementrian Pekerjaan Umum. Bandung.
- Iskandar. A. Yusuf. 2003. *Penelitian Parameter Kinetik dan Stokhiometrik Beban Pencemar Sungai*. Bandung
- Kalburgi. P.B, Shivayogimath. C.B and Purandara. B.K. 2010. *Application of QUAL2k for Water Quality Modelling of River Ghataprabha (India)*. Vol.4, No.12. Journal of Environmental Science and Engineering, ISSN 1934-8932. USA.
- M. Vasudevan, M. I. Nambi, G. K. Suresh. 2011. *Application of QUAL2K for Essesing Waste Loading Scenario in River Yamuna*. Volume-2, Issue-2. IJAET. India
- Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Pusat Pengembangan dan Penelitian Sumber Daya Air. 2013. *Hasil Penelitian Bantuan Teknis Pengelolaan Air Limbah Domestik DAS Ciliwung segmen 5 dan 6*. Bandung
- Whidiasari. Rahma. 2010. *Load Capacity Of Ciliwung Watershed*. Tugas Akhir S1. Ilmu Lingkungan. Universitas Indonesia
- Zhang. Ruibin, Qian. Xin, Yuan. Xingcheng, Ye. Rui, Xia. Bisheng, and Wang. Yulei. 2012. *Simulation of Water Environmental Capacity and Pollution Load Reduction Using Qual2K for Water Environmental Management*. Int. J. Environ, doi:10.3390/ijerph9123504. International Journal of environmental Research and Public Health. ISSN 1660-4601. Nanjing University, Nanjing, China.