

IDENTIFIKASI KELAS AIR DAN PENENTUAN DAYA TAMPUNG BEBAN CEMARAN BOD SUNGAI DENGAN MODEL QUAL2E (STUDI KASUS SUNGAI SERAYU, JAWA TENGAH)

Winardi Dwi Nugraha^{*)}

ABSTRACT

Serayu River is one of the river in Central Java which located at 5 Regencies such as Wonosobo regency, Banjarnegara regency, Purbalingga regency, Banyumas regency, Cilacap regency. The length of Serayu river area is 181 km. Environment issue faced by Serayu River is the increasing of the BOD loads that represent the territorial indicator of water contamination. Based on the result of the class identify with the storet method got that at the segments 16 had a good water quality that belong to the I,II,III and IV water classes. While at segment 2,4,5,6,7,9,11,13,15 had an average value to the I water class and had a good water quality to the II,III,IV water classes. While at segment 1,10,12 had an average value water quality to the I,II,III classes and had a good water quality to the IV water classes. While at segment 3,8,14 had an average value water quality to the I,II classes and had a good water quality to the III, IV water classes. Based on the result simulation of BOD at minimum debit which compared to permanent quality of BOD PP Number 82 Year 2001 got that Serayu River can fulfill permanent quality of class 4. And Serayu River can fulfill permanent quality of class 1,2,3, and 4 at maximum debit simulation of BOD.

Key words: Serayu river, BOD, water contaminant, water quality, water class, maximum debit

PENDAHULUAN

Sungai Serayu mengalir melalui 5 wilayah administrasi yaitu Kabupaten Wonosobo, Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas dan Cilacap. Sungai Serayu pada saat sekarang dimanfaatkan untuk kegiatan industri, irigasi pertanian. Pemanfaatan air Sungai Serayu untuk irigasi dapat dilihat dari adanya beberapa pembagian luasan bendung untuk mengairi lahan persawahan. Selain untuk irigasi, air Serayu juga dipergunakan untuk pembangkit tenaga listrik dan berdasarkan hasil kajian penelitian potensi dan karakteristik Sungai Serayu dimungkinkan adanya bangunan penampung air di hulu bendungan Tulis untuk kebutuhan masyarakat Kabupaten Banjarnegara. Kondisi air Sungai Serayu pada saat sekarang mengalami penurunan baik kualitas maupun kuantitasnya. Tingkat erosi Daerah Aliran Sungai (DAS) Serayu dan Merawu di Kabupaten Banjarnegara telah melebihi ambang batas yang diharapkan. Kondisi ini mengakibatkan tingkat sedimentasi di Waduk Panglima Besar Soedirman (Mrica) sangat tinggi.

Kegiatan industri, pertanian, limbah rumah tangga dan penambangan liar merupakan sumber utama cemaran di sepanjang sungai, sedangkan pemanfaatan

kawasan untuk penanaman tanaman semusim telah menambah beban cemaran sungai berupa residu pupuk dan pestisida. Keberadaan senyawa-senyawa tersebut turut mempengaruhi pola pencemaran di badan sungai. Gabungan pemasukan pencemar-pencemar yang baru dan yang lama akan mempengaruhi fluktuasi kualitas air sungai sepanjang pengaliran. Efek yang bisa ditimbulkan oleh pencemaran ini adalah pencemaran air, menurunnya kualitas sumberdaya alam, lahan kritis, gangguan kesehatan, penurunan potensi sumberdaya hayati, bencana tanah longsor, banjir serta sedimentasi dibagian hilir.

Beban cemaran suatu sungai dapat diidentifikasi berdasarkan kadar BOD dalam air, di mana semakin tinggi BOD maka air sungai semakin tercemar. Akumulasi BOD dari sumber pencemar akan menimbulkan beban cemaran terhadap kemampuan sungai untuk pulih kembali. Menurut PP No. 82 tahun 2001 Daya tampung beban pencemaran air adalah kemampuan air pada suatu sumber air untuk menerima masukan pencemaran tanpa menyebabkan air tersebut tercemar. Sedangkan beban pencemaran adalah jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air atau limbah. Pencemaran air dapat terjadi akibat adanya unsur/zat lain yang masuk ke dalam

^{*)} Program Studi Teknik Lingkungan FT Undip
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang

air, sehingga menyebabkan kualitas air menjadi turun.

Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan metode lain yaitu dengan menggabungkan cara di atas dengan suatu piranti lunak, yaitu dengan menggunakan model untuk mensimulasikan kadar BOD di sepanjang Sungai Serayu sehingga dapat diketahui daya tampung beban cemaran BOD Sungai Serayu terhadap baku mutu BOD kelas sungai sesuai PP No. 82 Tahun 2001.

Tujuan penggunaan suatu pemodelan adalah menyederhanakan suatu kejadian agar dapat diketahui kelakuan kejadian tersebut. Pada Qual2E ini dapat diketahui kondisi BOD sepanjang sungai, dengan begitu dapat dilakukan tindakan selanjutnya seperti industri yang ada disepanjang sungai hanya diperbolehkan membuang limbahnya pada beban tertentu.

Dalam Kepmenh No. 110 Tahun 2003 dijelaskan bahwa Qual2E merupakan program pemodelan kualitas air sungai yang sangat komprehensif dan yang paling banyak digunakan saat ini. Qual2E dikembangkan oleh *US Environmental Protection Agency*.

METODOLOGI PENELITIAN

Penentuan Penggalan-Penggalan (Segmentasi) Sungai Serayu

Segmen ditentukan berdasarkan tempat pengambilan sampel. Segmen dibatasi oleh dua buah titik pengambilan sampel. Pada penelitian ini Sungai Serayu dibagi menjadi 16 segmen dengan 15 titik pengambilan sampel.

Penetapan Lokasi Sampling

Penetapan lokasi sampling mempertimbangkan kemudahan akses biaya, dan waktu sehingga ditentukan titik yang dianggap mewakili kualitas air sungai dari hulu ke hilir. Lokasi pengambilan sampel air Sungai Serayu berjumlah 15.

Pengukuran Kadar BOD Titik Sampel

Materi yang diukur dan dianalisis adalah BOD. Sampel lalu dianalisis oleh Laboratorium BARISTANDAG Kota Semarang.

Pengumpulan Data Sekunder

Secara umum data yang diambil adalah data penduduk, luas lahan pertanian, dan data effluen industri. Data debit tahunan diambil dari data sekunder debit Bendung Gerak Serayu. Data lainnya adalah hidrolika, meteorologi, dan klimatologi.

Pemodelan Dengan Program Qual2E

Dilakukan input data pada Qual2E untuk simulasi BOD Sungai Serayu. Data-data yang dimasukkan adalah :

1. Pembagian segmen, jarak, dan batas segmen.
2. Letak *Point Source*, *Withdrawal*, dan Dam.
3. Iklim, letak geografis, ketinggian stasiun iklim, koefisien pemantulan, koefisien evaporasi, dan faktor koreksi temperatur.
4. *Disper coeff*, *manning*, *slide slope 1*, *slide slope 2*, *width* dan *dust coeff*.
5. Konsentrasi BOD dan temperatur pada tiap titik hasil sampling.
6. Data tambahan debit yang bersifat menyebar merata (*non point source*) di sepanjang ruas sungai.
7. Koefisien BOD *decay* dan BOD *settling*
8. Data klimatologi berupa jam, tanggal, bulan, radiasi matahari, keadaan awan, temperatur, tekanan udara, dan kecepatan angin saat pengambilan sampel.

Melakukan *Running Program*

Setelah tahap pengisian data diselesaikan, program Qual2E akan dapat dijalankan, yang perlu diperhatikan adalah input program Qual2E selalu otomatis membuat file output dan input secara otomatis. Ada dua cara untuk melihat hasil output yaitu secara grafik dan teks.

Kalibrasi Model

Kalibrasi model dilakukan dengan memasukkan BOD *Decay* (K1), BOD *Settling* (K3), dan SOD (*Sediment Oxygen Demand*). Lalu dilakukan *trial* dan *error* pada menu *BOD and DO reaction rate* sampai diperoleh grafik hasil simulasi mendekati kondisi lapangan.

Validasi Model

Validasi model dilakukan dengan :

- Uji Chi Kuadrat
- Relatif Bias

Simulasi Model

Setelah model dinyatakan valid atau sesuai dengan keadaan yang sebenarnya lalu dilakukan simulasi unruk melihat kadar BOD di sepanjang perairan Sungai Serayu. Kadar BOD yang diamati adalah pada setiap jarak 1 km.

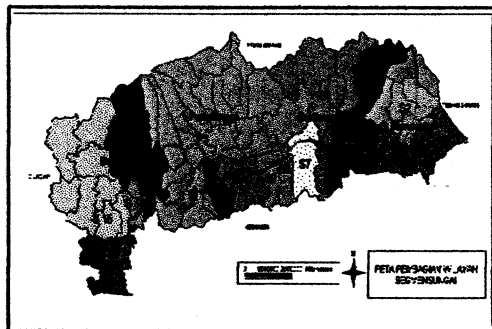
Menghitung Beban Cemar BOD Terukur untuk Menentukan Daya Tampung

Setelah diketahui kadar BOD pada tiap km lalu dilakukan penghitungan beban cemaran terukur dengan menggunakan debit minimum dan maksimum tahunan. Beban cemaran terukur kemudian dibandingkan dengan beban cemaran BOD yang diijinkan sesuai PP No.82 Tahun 2001 sehingga akan diketahui Daya Tampung Beban Cemaran BOD pada Sungai Serayu.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pembagian Segmen Sungai Serayu

Dari 15 titik sampling sungai dibagi menjadi 16 segmen untuk perhitungan dalam penelitian serta pemodelan Qual2e. Berikut ini adalah pembagian segmen Sungai Serayu.



Gambar 1 Pembagian Segmentasi Sungai Serayu

Sumber: Analisis Peta, 2008

- a. Segmen 1
Dimulai dari daerah hulu pada km 169 yaitu Mata Air Tuk Bimo, Desa Dieng Kecamatan Kejajar sampai dengan Telaga Menjer, Desa Tlogo Kecamatan Garung pada km 181.
- b. Segmen 2
Dimulai dari km 150 yaitu Telaga Menjer, Desa Tlogo Kecamatan Garung sampai dengan Desa Pekuncen Kecamatan Selomerto pada km 168.
- c. Segmen 3
Dimulai dari km 145 yaitu Desa Pekuncen Kecamatan Selomerto sampai dengan Desa Sojokerto Kecamatan Leksono pada km 149.
- d. Segmen 4
Dimulai dari km 138 yaitu Desa Sojokerto Kecamatan Leksono sampai dengan Desa Bojanegara Kecamatan Sigaluh pada km 144.
- e. Segmen 5
Dimulai dari km 123 yaitu Desa Bojanegara Kecamatan Sigaluh sampai dengan Desa Pongkuren Kecamatan Banjarnegara pada km 137.
- f. Segmen 6
Dimulai dari km 118 yaitu Desa Rejasa Kecamatan Madukara sampai dengan Desa Pucang Kecamatan Bawang pada km 122.
- g. Segmen 7
Dimulai dari km 108 yaitu Desa Pucang Kecamatan Bawang sampai dengan Desa Tapen Kecamatan Wanadadi pada km 117.
- h. Segmen 8
Dimulai dari km 99 yaitu Desa Tapen Kecamatan Wanadadi sampai dengan Desa Purwonegoro Kecamatan Purwonegoro pada km 107.
- i. Segmen 9
Dimulai dari km 92 yaitu Desa Purwonegoro Kecamatan Purwonegoro sampai dengan Desa Gelang Kecamatan Rakit pada km 98.
- j. Segmen 10
Dimulai dari km 74 yaitu Desa Gelang Kecamatan Rakit sampai dengan Desa Purwareja Klampok Kecamatan Purwareja Klampok pada km 91.
- k. Segmen 11
Dimulai dari km 61 yaitu Desa Purwareja Klampok Kecamatan Purwareja Klampok sampai dengan Desa Kemeranggon Kecamatan Susukan pada km 73.
- l. Segmen 12
Dimulai dari km 43 yaitu Desa Kemeranggon Kecamatan Susukan sampai dengan Desa Wlahar Kulon Kecamatan Patikraja pada km 60.
- m. Segmen 13
Dimulai dari km 38 yaitu Desa Wlahar Kulon Kecamatan Patikraja sampai dengan Desa Mandirancan Kecamatan Kebasen pada km 42.
- n. Segmen 14
Dimulai dari km 28 yaitu Desa Mandirancan Kecamatan Patikraja

(Kebasen) sampai dengan Desa Rawalo Kecamatan Rawalo pada km 37.

o. Segmen 15

Dimulai dari km 20 yaitu Desa Rawalo Kecamatan Rawalo sampai dengan Desa Losari Kecamatan Rawalo pada km 27 .

p. Segmen 16

Dimulai dari km 1 (dimulai dari hilir) yaitu Desa Losari Kecamatan Rawalo sampai dengan muara Sungai Serayu pada km 19.

Debit Sungai Serayu

Debit andalan adalah debit yang dapat diharapkan dengan probabilitas tidak terlampaui 80 %. Dengan debit andalan ini dapat dilihat debit maksimum dan minimum yang terjadi selama 9 tahun dan pengaruhnya terhadap transport BOD serta pemenuhan untuk aktivitas irigasi lahan pertanian.

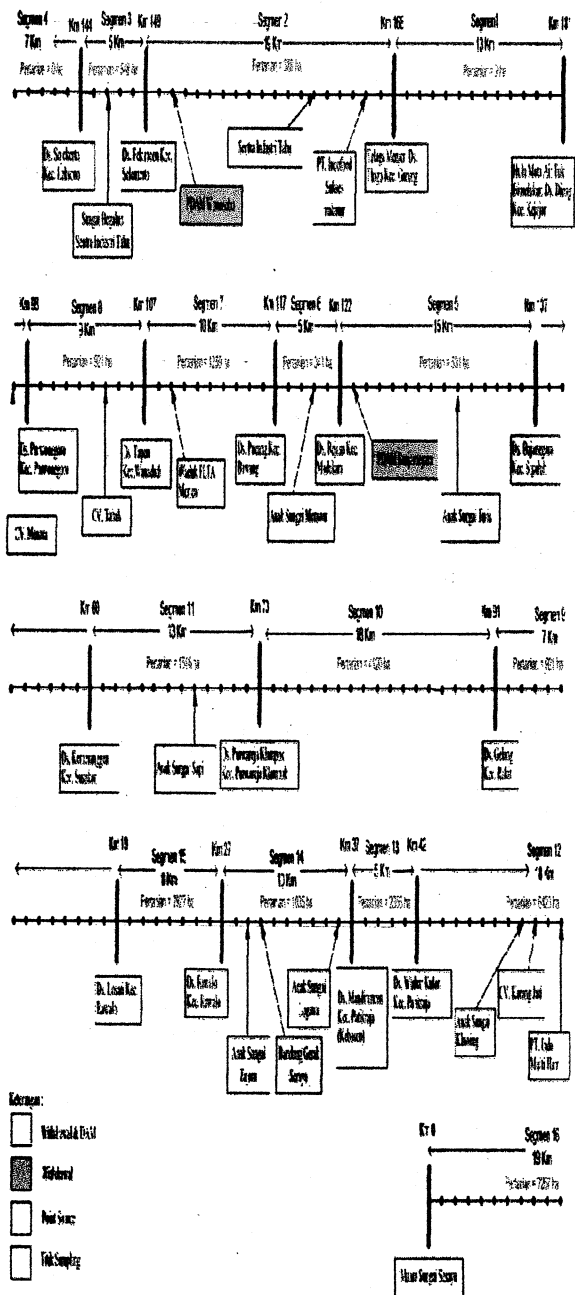
Dari debit andalan diperoleh debit Sungai Serayu terkecil adalah 20,25 m³/s terjadi pada bulan Agustus. Sedangkan debit Sungai Serayu yang terbesar adalah 344,2 m³/s terjadi pada bulan Januari.

Sumber Pencemar Domestik

Jumlah penduduk di sepanjang aliran Sungai Serayu mempunyai pengaruh terhadap pencemaran BOD pada sungai. Dari perhitungan tersebut diperoleh Estimasi Beban Cemar dan Debit limbah domestic DAS Serayu.

Sumber Pencemar Pertanian

Limbah pertanian yang utama di wilayah Sungai Serayu didominasi oleh air irigasi). Dari hasil proyeksi dapat dihitung Estimasi Beban Cemar BOD dan Debit Limbah pertanian DAS Serayu.



Gambar 2 Skema Pembagian Segmen Sungai Serayu dan Lokasi Titik Sampling
Sumber: Hasil Analisa, 2008

Tabel 1 Estimasi Beban Cemaran BOD dan Debit Limbah Pertanian & Domestik DAS Serayu Tahun 2008

Segmen	Beban Cemaran	Debit Limbah	Beban Cemaran	Debit Limbah
	Pertanian (Kg/ hari)	Pertanian (l/dtk)	Domestik (Kg /hari)	Domestik (l/dtk)
1	0	0	420.400	22
2	27	13	2.388.977	125
3	38	18	2.191.642	115
4	0	0	198.746	10
5	36	17	2.609.505	137
6	23	11	1.785.994	94
7	84	41	840.199	44
8	62	30	606.495	32
9	62	30	606.495	32
10	283	138	1.848.656	97
11	106	52	1.011.581	53
12	450	220	12.072.733	633
13	164	80	762.497	300
14	72	35	579.409	30
15	203	99	4.151.570	218
16	503	246	2.067.198	108

Sumber: Hasil Perhitungan, 2008

Konsentrasi BOD dan Debit Limbah Domestik dan Pertanian

Dari hasil perhitungan beban cemaran BOD dan debit limbah domestik maupun pertanian dapat diketahui konsentrasi BOD.

Tabel 2 Total Konsentrasi BOD dan Debit Limbah DAS Serayu Non Point Source

Segmen	Debit Limbah	Beban Cemaran BOD	Konsentrasi BOD
	Tahun 2008	2008	2008
1	22.029	420.400	220.879
2	138.191	2.415.602	202.317
3	133.226	2.229.270	193.669
4	10.414	198.746	220.879
S 5	154.098	2.645.037	198.665
6	104.731	1.808.806	199.895
7	85.200	924.473	125.585
8	61.917	668.178	124.902
9	61.917	668.178	124.902
10	235.229	2.131.847	104.894
11	104.634	1.117.251	123.584
12	852.301	12.522.390	170.051
13	379.673	926.438	28.242
14	65.398	651.122	115.235
15	316.640	4.354.402	159.165
16	354.160	2.570.378	84.001

Sumber: Hasil Perhitungan, 2008

Sumber Pencemar Industri

Sumber pencemar industri di DAS Serayu antara lain :

1. PT. Indofood dengan konsentrasi BOD =
2. 27,99 mg/l
3. 2.Sentra industri mojotengah dengan konsentrasi 307,2 mg/l
4. Sentra industri tahu dengan konsentrasi BOD 291,8 mg/l
5. Home industri tahu di sungai begaluh dengan konsentrasi BOD 1,41
6. Home industri di sungai merawu dengan konsentrasi BOD 1,69 mg/l
7. CV Tabah dengan konsentrasi BOD 549,7 mg/l
8. CV Menara dengan konsentrasi BOD 140,2 mg/l
9. Home industri di sungai sapi dengan konsentrasi BOD 2,182 mg/l
10. PT Indomulti Hair dengan konsentrasi BOD 549,7 mg/l
11. CV.Karang Jati dengan konsentrasi BOD 203,5 mg/l

12. Sentra industri tapioka di sungai Klawing
13. dengan konsentrasi BOD 3,871 mg/l
14. PT. Walet dengan konsentrasi BOD 5,512 mg/l
15. Sentra industri di sungai Tajum
16. dengan konsentrasi BOD 6,26 mg/l

Hidrolika Sungai Serayu

Hidrolika sungai meliputi kemiringan dasar sungai = 0,001, angka Manning= 0,03-0,08, lebar sungai = 2- 25m dan panjang tiap segmen= 5-19 km.

Identifikasi Kelas Air dengan Storet

Tabel 3 Analisa Kelas Air tiap Segmen

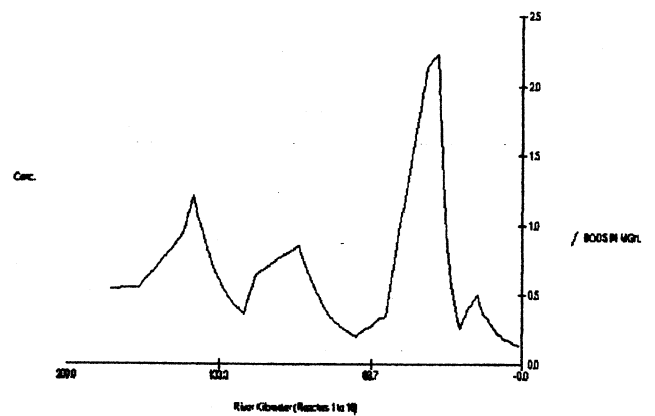
Segmen	Status Kelas				Keterangan
	I	II	III	IV	
1	sedang	sedang	sedang	Baik	Kelas IV
2	sedang	baik	baik	Baik	Kelas II,III,IV
3	sedang	sedang	baik	Baik	Kelas III,IV
4	sedang	baik	Baik	Baik	Kelas II,III,IV
5	sedang	baik	baik	Baik	Kelas II,III,IV
6	sedang	baik	baik	Baik	Kelas II,III,IV
7	sedang	baik	baik	Baik	Kelas II,III,IV
8	sedang	sedang	baik	Baik	Kelas III,IV
9	sedang	baik	baik	Baik	Kelas II,III,IV
10	sedang	sedang	sedang	baik	Kelas IV
11	sedang	baik	baik	Baik	Kelas II,III,IV
12	sedang	sedang	sedang	Baik	Kelas IV
13	sedang	baik	baik	Baik	Kelas II,III,IV
14	sedang	sedang	baik	Baik	Kelas III,IV
15	sedang	baik	baik	Baik	Kelas II,III,IV
16	baik	baik	baik	Baik	Kelas I,II,III,IV

Sumber: Hasil Perhitungan, 2008

Pemodelan dengan Program Qual2E

Pemodelan mempunyai tujuan untuk memperoleh grafik profil cemaran sungai dengan penyederhanaan kondisi sungai di lapangan ke dalam bentuk model.

Grafik Kalibrasi Beban Cemaran BOD Sungai Serayu (Concentration)



Gambar 3 Hasil Running Model Qual2E

Dari hasil running terlihat bahwa konsentrasi BOD sepanjang sungai dari hulu sampai hilir mengalami penurunan dan peningkatan, akibat cemaran yang berasal dari domestik, pertanian, dan industri yang masuk ke sungai.

Pada Segmen 12 –13 terjadi peningkatan cemaran BOD yang sangat tinggi, hal ini disebabkan karena pada segmen tersebut terdapat anak sungai Klawing yang mempunyai kandungan beban cemaran BOD yang tinggi. Pada anak sungai Klawing terdapat banyak industri, terutama pada daerah yang berlokasi di kabupaten Purbalingga dengan berbagai macam jenis industri misalnya : industri tapioca, industri wig / rambut palsu. Industri tersebut memberikan pengaruh terhadap sungai Serayu terutama berkaitan dengan peningkatan kadar BOD sungai Serayu.

Kalibrasi Model

Unsur polutan yang ada dalam air memiliki keterkaitan serta saling mempengaruhi.

K_1 = Laju deoksigenasi BOD, besarnya = 0,01-10

K_2 = Laju rearsi berdasarkan dengan analogi difusi

K_3 = Laju kehilangan BOD cara mengendap, besarnya = 0,001-10,76

Hasil trial dan error untuk koefisien K_1 , K_2 dan K_3 untuk setiap segmen.

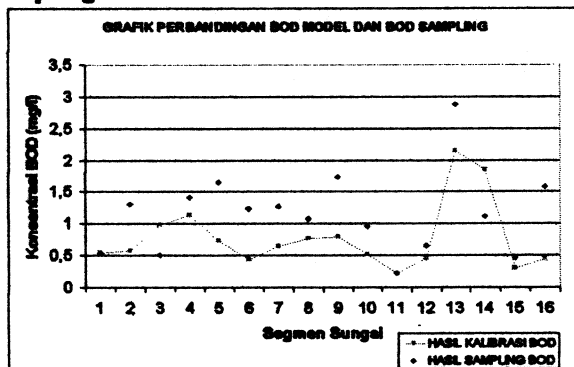
Tabel 4 Koefisien Peluruhan Parameter BOD Sepanjang Sungai Serayu

Segmen	BOD & DO Reaction Rate Constant		
	BOD Decay	BOD Settling	SOD Rate
Segmen 1	1	1	10.76
Segmen 2	0.01	0.00001	0.02
Segmen 3	1	0.001	0.001
Segmen 4	0.01	10	0.05
Segmen 5	10	0.00001	7
Segmen 6	0.01	0.01	10.76
Segmen 7	0.01	0.01	3
Segmen 8	0.01	0.01	0.01
Segmen 9	10	0.01	10.76
Segmen 10	10	0.01	0.01
Segmen 11	0.01	0.01	0.01
Segmen 12	0.01	0.01	0.01
Segmen 13	0.01	0.01	0.01
Segmen 14	10	10	10
Segmen 15	10	0.01	0.01
Segmen 16	10	10	10.76

Sumber : Hasil Kalibrasi, 2008

Contohnya: pada segmen 12, beban cemaran BOD besar, hal ini berhubungan dengan BOD settling (K3) yang mempunyai nilai kecil maka nilai beban cemaran BOD menjadi besar.

Perbandingan BOD Model dan BOD Lapangan



Gambar 4 Grafik Perbandingan BOD Model dan BOD Lapangan

Sumber : Hasil Kalibrasi, 2008

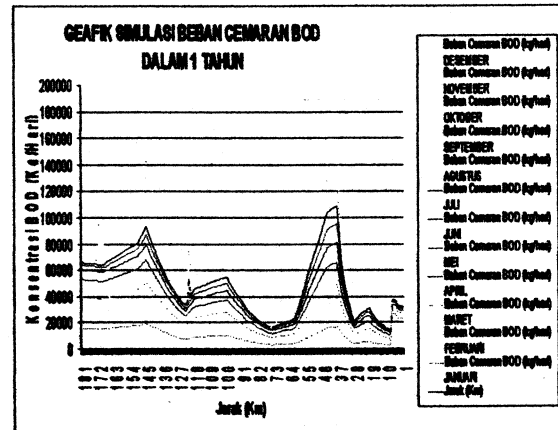
Validasi Model

Validasi Model menggunakan:

- Uji Chi-Kuadrat
Dari perhitungan diperoleh $\chi^2 = 4,566$ sehingga $4,566 < 7,26$. Dapat disimpulkan bahwa χ^2 hitung $\chi^2_{(0.05)}(12)$ maka model Qual2e untuk Sungai Serayu diterima
- Relatif Bias (rB)
Perhitungan:
 $R_b = 0.783 - 1.133 / \sqrt{4.277} = -0,17$ dan $F = 4,277 / 6.481 = 0.66$
Karena $-0.5 < R_b < 0,5$ dan $0,5 < F < 1,5$ maka model di terima

Simulasi Beban Cemaran Sungai Serayu

Simulasi beban cemaran dilakukan dengan cara merubah debit pada menu *headwater source* dengan asumsi debit limbah dan konsentrasi parameter BOD dari sumber *point source* dan *non point source* yang masuk ke Sungai Serayu adalah tetap. Debit yang diinputkan tiap bulan adalah debit andalan Sungai Serayu.



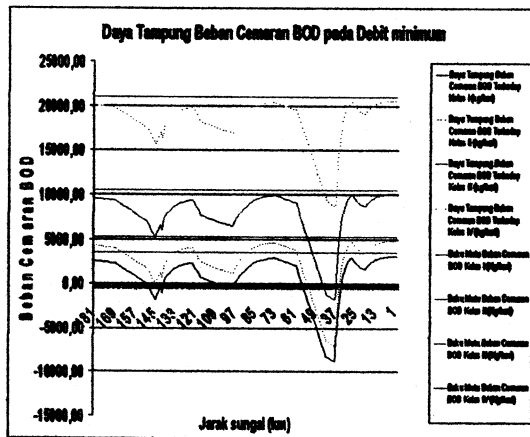
Gambar 5 Grafik Simulasi Cemaran BOD Dalam Satu Tahun Berdasarkan Debit Andalan

Sumber: Hasil Perhitungan, 2008

Semakin kecil debit Sungai Serayu, maka konsentrasi BOD semakin tinggi. Pada saat debit kecil konsentrasi cemaran yang masuk ke Sungai Serayu tidak mengalami pengenceran yang berarti, sehingga cemaran pada musim kemarau menjadi lebih besar daripada musim penghujan.

Simulasi Daya Tampung Beban Cemaran BOD Sungai Serayu pada Debit Minimum

Konsentrasi BOD pada Bulan Agustus dengan debit andalan 20,25 m³/s akan mengalami nilai tertinggi di sepanjang Sungai Serayu, sehingga daya tampung Sungai Serayu terhadap cemaran akan mengalami nilai minimum. Bila dilakukan simulasi daya tampung beban cemaran kemudian dibandingkan dengan baku mutu BOD kelas pada PP Nomor 82 Tahun 2001 didapatkan hasil :

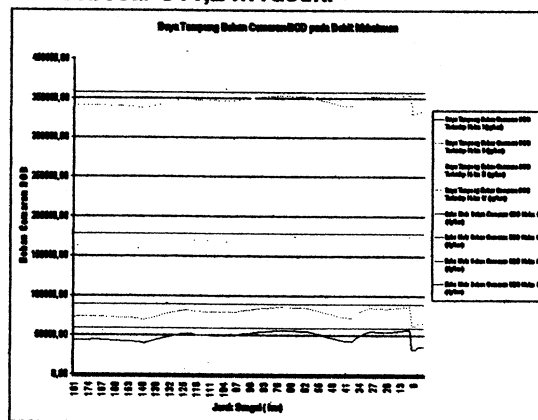


Gambar 6 Daya Tampung Beban Cemaran Sungai Serayu Pada Debit Terkecil Bila Dibandingkan Dengan Kelas 1,2,3 dan 4
Sumber: Hasil Perhitungan, 2008

- a. Daya Tampung beban cemaran sungai Serayu pada km. 35-57 tidak memenuhi baku mutu kelas 1, hal ini disebabkan karena tingginya beban cemaran BOD di segmen 12-14, sehingga melebihi baku mutu kelas 1. Tingginya Beban Cemaran BOD pada segmen 12 diakibatkan karena tingginya beban cemaran BOD domestik dan non domestik yang sebagian besar berasal dari sentra industri tapioca pada sungai klawing. Pada km . 98- 108 tidak memenuhi baku mutu, karena pada segmen 8 tersebut terdapat beban cemaran BOD domestik yang cukup tinggi dan pengaruh beban cemaran BOD yang berasal dari CV. Tabah dan CV. Menara (industri tapioka). Pada km 140-150 tidak memenuhi baku mutu , karena kualitas air sungai pada segmen 3 dan 4 tersebut dipengaruhi oleh beban cemaran BOD domestik yang

cukup tinggi pada segmen 3 dan dipengaruhi oleh beban cemaran BOD yang berasal dari sentra industri tahu pada segmen 3 dan 4

- b. Pada km. 36-55 melebihi baku mutu karena pada segmen 12-13 tersebut nilainya > 5248,8 kg / hari. Sehingga Daya tampungnya tidak memenuhi kelas 2, hal ini disebabkan tingginya beban domestik dan non domestik pada segmen tersebut.
- c. Pada km. 38-45 melebihi baku mutu karena pada segmen 12-13 tersebut nilainya > 10.497,6 kg / hari. Sehingga Daya tampungnya tidak memenuhi kelas 3, hal ini disebabkan tingginya beban domestik dan non domestik pada segmen tersebut.
- d. Beban cemaran BOD sungai pada hampir semua segmen dapat memenuhi baku mutu kelas 4 sungai dengan dengan Daya tampung beban cemaran BOD sebesar 8.713,01-20.592,79 kg / hari.
- e. Daya Tampung Beban Cemaran BOD Sungai Serayu pada Debit Maksimum
- f. Berdasarkan debit andalan Sungai Serayu mengalami debit maksimum pada bulan Januari. Hal ini disebabkan karena pada bulan ini terjadi puncak musim penghujan, sehingga DAS Serayu yang berfungsi sebagai daerah penyangga akan mengalami pengisian air yang pada akhirnya akan menaikkan debit Sungai Serayu. Debit andalan yang diperoleh dari dinas PSDA yaitu sebesar 344,2 m³/detik.

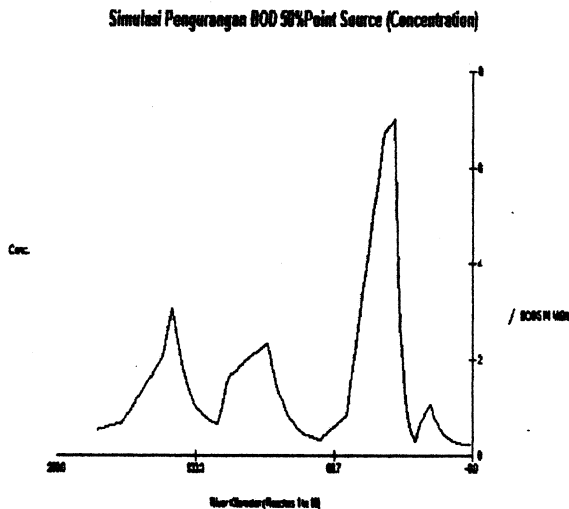


Gambar 7 Daya Tampung Beban Cemaran Sungai Serayu Pada Debit Terbesar Bila Dibandingkan Dengan Kelas 1,2,3 dan 4
Sumber: Hasil Perhitungan, 2008

- g. Beban cemaran BOD Sungai Serayu pada debit maksimum dapat memenuhi baku mutu beban cemaran BOD kelas 1 sungai dengan Daya tampung beban cemaran BOD sebesar 32.712,77-56.503,87 kg / hari.
- h. Beban cemaran BOD Sungai Serayu dapat memenuhi baku mutu kelas 2 sungai dengan Daya tampung beban cemaran BOD sebesar 62.451,65 – 86.242,75 kg / hari
- i. Beban cemaran BOD Sungai Serayu dapat memenuhi baku mutu kelas 3 sungai dengan Daya tampung beban cemaran BOD sebesar 151.668,29 – 175.459,39 kg / hari
- j. Beban cemaran BOD sungai pada debit maksimum dapat memenuhi baku mutu kelas 4 dengan daya tampung beban cemaran BOD sebesar 330101,57-353892,67 kg/hari

Daya Tampung Beban Cemaran BOD pada Debit Minimum dengan Pengurangan Cemaran BOD Point Source

Dilakukan simulasi dengan mengurangi cemaran BOD pada semua sumber *point source* dan *withdrawal* pada *menu point loads and withdrawal* sebesar 50 %. Simulasi dilakukan pada debit minimum.

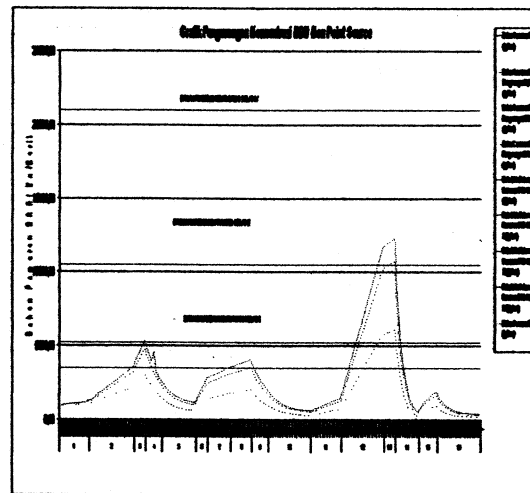


Gambar 8 Hasil Simulasi Pengurangan Cemaran BOD Menu Point Loads And Withdrawal
Sumber: Hasil Perhitungan, 2008

Tampak pada hasil simulasi tidak ada perubahan pada beban cemaran hasil pengurangan BOD dengan beban cemaran asal. Hal ini menunjukkan bahwa beban cemaran yang berasal dari industri tidak memiliki pengaruh bagi perubahan daya tampung beban cemaran BOD Sungai Serayu karena debit effluent yang sangat kecil. Kemampuan sungai untuk melakukan pengenceran terhadap beban cemaran industri dan melakukan *self* purifikasi menyebabkan kualitas sungai tetap stabil dari masukan limbah industri. Menurut Ammaru (2006) bila penambahan pencemar di sungai tidak berlebihan, air akan membersihkan diri dengan sendirinya *self-cleansing*.

Daya Tampung Beban Cemaran BOD pada Debit Minimum dengan Pengurangan Cemaran BOD Non Point Source

Dilakukan simulasi dengan mengurangi cemaran BOD pada sumber *non point source* pada *incremental inflow* sebesar 12,5 %, 25 %, dan 50 %. Simulasi dilakukan pada debit minimum.



Gambar 9 Hasil Simulasi Pengurangan Cemaran BOD Menu Incremental Inflow
Sumber : Hasil Perhitungan, 2008

Dari hasil simulasi gambar terlihat bahwa beban cemaran BOD di sepanjang sungai Serayu semakin menurun dengan semakin berkurangnya beban cemaran yang berasal dari sumber *non point source*. Sebagai contoh pada km30-40, pada saat kondisi beban cemaran BOD dalam jumlah

normal (sebelum pengurangan), air sungai tersebut berada di atas baku mutu kelas 3, setelah terjadi pengurangan beban BOD 12,5 %, 25 % dan 50 % , air tersebut berada di bawah baku mutu kelas 3. Maka dapat disimpulkan bahwa daya tampung beban cemaran BOD Sungai Serayu dipengaruhi oleh tinggi rendahnya beban cemaran BOD dari sumber domestik dan pertanian. Daya tampung beban cemaran BOD Sungai Serayu akan turun dengan semakin bertambahnya cemaran BOD dari sumber domestik dan pertanian. Hal ini disebabkan karena sungai sudah tidak mampu lagi menampung beban cemaran dari domestik dan pertanian untuk melakukan *self* purifikasi.

KESIMPULAN

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

1. Dari Hasil Perhitungan Penentuan kelas air menggunakan metode storet didapatkan :
 - a. Segmen 1,10,12 : memiliki kualitas sedang untuk kelas I,II, III dan memiliki kualitas baik untuk kelas IV,
 - b. Segmen 16 : memiliki kualitas baik untuk kelas I,II,III dan IV
 - c. Segmen 3,8,14 : memiliki kualitas sedang untuk kelas I,II, dan memiliki kualitas baik untuk kelas III, IV
 - d. Segmen 2,4,5,6,7,9,11,13,15 : memiliki kualitas sedang untuk kelas I dan memiliki kualitas baik untuk kelas II,III, IV.
2. Dari hasil simulasi daya tampung beban cemaran BOD pada debit minimum yang dibandingkan dengan baku mutu BOD PP Nomor 82 Tahun 2001 didapatkan bahwa Sungai Serayu :
 - a. Daya Tampung Sungai Serayu tidak dapat memenuhi baku mutu BOD kelas 1 pada segmen 12-14 (km 35-57), segmen 8 (km 98-108) dan segmen 3-4 (km 140-150).
 - b. Daya Tampung Sungai Serayu tidak dapat memenuhi baku mutu BOD kelas 2 pada segmen 12-13 (km 36-55).
 - c. Daya Tampung Sungai Serayu tidak dapat memenuhi baku mutu BOD

kelas 3 pada segmen 12-13 (km 38-45).

- d. Daya Tampung Sungai Serayu dapat memenuhi baku mutu kelas 4 dengan daya tampung beban cemaran BOD sebesar 8.713,01-20.592,79 kg/hari .
3. Dari hasil simulasi daya tampung beban cemaran BOD pada debit maksimum yang dibandingkan dengan baku mutu BOD PP Nomor 82 Tahun 2001 didapatkan bahwa Sungai Serayu Daya Tampung Sungai Serayu dapat memenuhi baku mutu kelas 1,2,3 dan 4
 4. Beban cemaran yang berasal dari industri tidak memiliki pengaruh besar bagi perubahan daya tampung beban cemaran BOD Sungai Serayu.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Ratih Kusuma Wardani dan Haryono Setiyo Huboyo atas terselesaikannya penelitian ini dan ijin yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. 2003. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.110 Tahun 2003, Tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Pada Sumber Air.*
- _____. 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.*
- Bartell, S.M., R.H. Gardner, and R.V. O'Neill. 1992. *Ecological Risk Estimation.* Boca Raton,Florida: Lewis Publishers, 252 pp.
- James, A. 1984. *An Introduction to Water Quality Modelling.* John Willey & Sons Ltd. New York, West Sussex, England.
- Marfai, Aris dkk. 2004. *Kajian Daya Tampung Sungai Gajahwong Terhadap Beban Pencemaran.* Majalah Geografi Indonesia Vol 18 no 2

Montgomery, Douglas. C. 1984. *Design and Analysis of Experiments*. John Willey and Sons Inc. Canada. USA.

Sudjana, 2001. *Metoda Statistika*. Tarsito. Bandung.

United States Environmental Protection Agency. *"Windows Interface Users Guide" QUAL2E Window.*, Dodson & Associate, Inc, Houston: Texas. 1995.