



**PENENTUAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN BOD DAN *FECAL COLIFORM* DENGAN METODE QUAL2E  
(STUDI KASUS: SUNGAI GELIS, KABUPATEN KUDUS, JAWA TENGAH)**

**\*)Arinta C Sinaga , \*\*)Winardi D Nugraha, \*\*)Arya Rezagama**

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

JL. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

[email: sinagaarinta@gmail.com](mailto:sinagaarinta@gmail.com)

**ABSTRAK**

*Sungai Gelis merupakan sungai yang membelah di tengah Kabupaten Kudus yang aliran hulu dimulai dari desa Rahtawu Kecamatan Gebog hingga menuju hilir desa Jati Wetan. Sungai Gelis memiliki panjang 32 km dengan Daerah Aliran Sungai (DAS) sebesar 140,94 km<sup>2</sup>. Berbagai aktifitas masyarakat di wilayah DAS Gelis seperti aktifitas rumah tangga, pertanian dan industri yang menghasilkan air buangan limbah dikhawatirkan membuat kadar BOD dan fecal coliform di Sungai Gelis menjadi tinggi. Hal ini akan mempengaruhi kualitas air Sungai Gelis. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian dengan tujuan untuk menghitung daya tampung beban pencemaran Sungai Gelis dengan Metode QUAL2E. Penelitian ini dengan mengambil sampel air Sungai Gelis yang dibagi dalam 4 segmen yaitu terdiri dari 5 titik pengambilan sampling. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya tampung Sungai Gelis terhadap beban pencemaran BOD dan fecal coliform secara keseluruhan tidak memenuhi baku mutu kelas I dan II. Beban pencemaran BOD tertinggi pada saat debit minimum yaitu sebesar 15,34 kg/hari dan pada saat debit maksimum yaitu sebesar 5.324,59 kg/hari. Sedangkan beban pencemaran fecal coliform pada saat debit minimum yaitu sebesar  $1,69 \times 10^{11}$  jumlah/hari dan pada saat debit maksimum yaitu sebesar  $5,85 \times 10^{13}$  jumlah/hari.*

**Kata kunci:** *sungai Gelis, beban pencemaran, daya tampung, BOD, fecal coliform, QUAL2E*

**ABSTRACT**

*[Determination of Pollution Load of BOD and Fecal Coliform by QUAL2E (Case study : Gelis river, Kudus District, Central Java)]. Gelis river is located in the middle of Kabupaten Kudus which its upstream begins from Rahtawu Village, Kecamatan Gebog up towards the downstream of Jati Wetan village. Gelis river has a length of 32 km with watershed of 140.94 km<sup>2</sup>. Variety of society activities along DAS Gelis such as household activities, agriculture and industry that produces sewage, will increase BOD and Fecal coliform value in Gelis river. This will affect the water quality of Gelis river. Therefore, it's necessary to do a research for the purpose of calculating the pollution load capacity in Gelis river with QUAL2E method. This study by taking water samples of Gelis river which divided into four segments and has five sampling points. The results shows that overall, the capacity of Gelis river against BOD and fecal coliform are higher than standards of class I and II. The highest pollutant loads of BOD at the time of minimum flow is 15,34 kg/day and the maximum flow is 5.324,59 kg/day. While fecal pollutant loads of fecal coliform at the thime of minimum flow is  $1,69 \times 10^{11}$ / 100 ml and at the time of maximum flow is  $5,85 \times 10^{13}$ / 100 ml.*

**Kata kunci:** *Gelis river, pollutant loads, capacity, BOD, fecal coliform, QUAL2E*

## PENDAHULUAN

Sungai merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup yang tinggal disekitar aliran sungai. Aktifitas yang dilakukan oleh manusia, sering sekali menyebabkan pencemaran pada sungai. Sungai dijadikan sebagai tempat pembuangan akhir dari limbah hasil kegiatan manusia, diantaranya yaitu pembuangan limbah domestik berupa limbah cair dan padat rumah tangga, pembuangan limbah industri dan lainnya. Pencemaran pada sungai dapat menyebabkan kerugian bagi manusia itu sendiri dan makhluk hidup lainnya. Selain itu juga dapat menambah beban pencemaran pada sungai.

Sungai Gelis merupakan sungai yang membelah di tengah Kabupaten Kudus sehingga terdapat dua penyebutan nama untuk dua bagian wilayah tersebut, yakni Kudus Kulon (barat) dan Kudus Wetan (timur). Luas daerah aliran Sungai Gelis yaitu 140,94 km<sup>2</sup> dengan panjang aliran 32 km. Sungai ini sangat penting bagi masyarakat kota kudus dan sekitarnya karena pada 2 buah bendung yang merupakan pengambilan dari irigasi, masing-masing adalah Bendung Suru dan Bendung Kedunggupit. (BPSDA Seluna, 2002).

BOD dan *fecal coliform* merupakan indikator pencemaran air. Banyaknya kegiatan domestik, pertanian dan industri di sekitar Sungai Gelis dikhawatirkan membuat kadar BOD dan *fecal coliform* di Sungai Gelis menjadi tinggi yang akan mengakibatkan kualitas air Sungai Gelis menurun. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui daya tampung Sungai Gelis terhadap beban pencemaran dengan mengukur indikator pencemaran yaitu BOD dan *fecal coliform*.

Penelitian ini menggunakan metode QUAL2E, yaitu salah satu aplikasi permodelan pencemar sungai yang dapat digunakan untuk mensimulasikan indikator pencemar BOD dan *fecal coliform* di sepanjang aliran sungai.

Sehingga nantinya dapat dilakukan upaya pengendalian terhadap indikator pencemar.

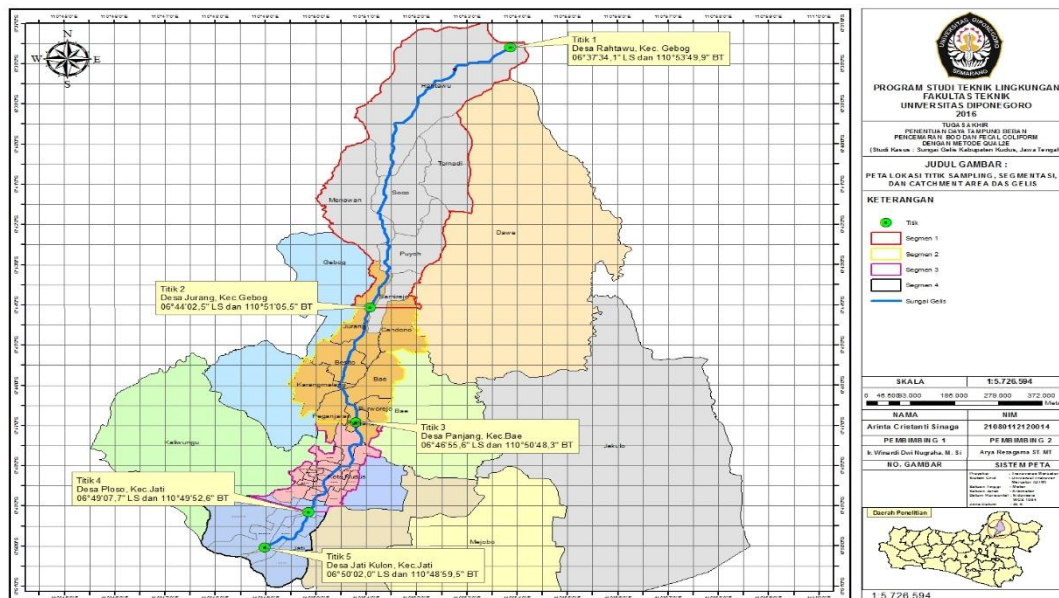
## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Sungai Gelis Kabupaten Kudus. Letak hulu Sungai Gelis berada di Desa Rahtawu Kecamatan Gebog sampai dengan hilir Sungai Gelis yang terletak di Jembatan Desa Jati Kulon Kecamatan Jati. Pengambilan sampel dilaksanakan 2 (dua) kali pada tanggal 1 Juni 2016 dan 24 Oktober 2016. Parameter yang akan diamati pada daya tampung Sungai Gelis adalah parameter BOD dan *fecal coliform*. Penentuan Daya Tampung Sungai Gelis dilakukan dengan membagi Sungai Gelis menjadi 4 segmen dengan 5 titik pengambilan sampling.

Lokasi titik sampling yaitu: Titik 1 terletak di Dusun Semliri, Desa Rahtawu Kecamatan Gebog. Titik 2 terletak di Jembatan Desa Jurang, Kecamatan Gebog. Titik 3 terletak di Bendung Kedunggupit Desa Panjang, Kecamatan Bae. Titik 4 terletak di Jembatan Desa Ploso, Kecamatan Jati. Titik 5 terletak di Jembatan Desa Jati Kulon, Kecamatan Jati.

Teknik pengumpulan data terdiri dari dua jenis yaitu pengumpulan data primer yaitu hasil pengujian parameter air sungai dan pengumpulan data sekunder yaitu data fisik sungai, data debit Sungai Gelis, RTRW Kab. Kudus, data tata guna lahan Kab. Kudus).

Teknik analisis data pada penelitian ini dibagi menjadi analisis kualitas air sungai dengan mengacu pada PP Nomor 82 tahun 2001 yang bertujuan menentukan kualitas air berdasarkan kelas air dan analisis daya tampung beban pencemaran yang dilakukan dengan metode estimasi sesuai dengan Lampiran 1 Permen LH no. 1 tahun 2010. Setelah melakukan kedua analisis tersebut data akan dimasukkan dalam program QUAL2E.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakter Fisik Sungai

Di dalam pengoperasian program QUAL2E dibutuhkan data hidrolika dan morfologi sungai yang meliputi kekasaran saluran atau koefisien Manning, kemiringan dinding sungai (*side slope*), lebar sungai (*width*) dan kemiringan dasar sungai (*slope*).

### Debit Andalan

Data debit 10 tahun terakhir dari Sungai Gelis dibutuhkan dalam tahap pengolahan data dan analisa dengan tujuan untuk menentukan debit andalan. Dari debit andalan akan diketahui debit maksimum dan minimum yang terjadi selama 10 tahun dan pengaruhnya terhadap penentuan daya tampung beban pencemar BOD dan *fecal coliform*. Berdasarkan hasil perhitungan debit andalan diperoleh debit minimum sebesar  $0,03 \text{ m}^3/\text{s}$  terjadi pada bulan Juli sedangkan yang terbesar adalah  $10,41 \text{ m}^3/\text{s}$  terjadi pada bulan Januari.

### Analisa Kualitas Air Sungai Gelis

Kualitas air di Sungai Gelis diketahuid dengan membandingkan hasil uji parameter

laboratorium tiap sampel air dengan Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001. Pengambilan sampel air dilakukan di 5 titik lokasi yang dilakukan pada tanggal 1 Juni 2016 dan 24 Oktober 2016. Hasil analisa dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1 Hasil Uji Konsentrasi Pencemar BOD

Titik	BOD (mg/l)		Standar Baku Mutu (PP No.82/2001)				Keterangan
	1	2	I	II	III	IV	
1	0,738	0,69	2	3	6	12	Memenuhi kelas II
2	9,934	1,61					Tidak Memenuhi kelas 2
3	2,458	2,01					Memenuhi kelas II
4	6,17	3,54					Tidak Memenuhi kelas 2
5	5,436	2,89					Tidak Memenuhi kelas 2

Dari tabel dapat dilihat perbedaan hasil uji BOD tahap 1 yang dilakukan pada bulan Juni dengan tahap 2 yang dilakukan pada bulan Oktober. Waktu pengambilan sampel berpengaruh terhadap hasil uji konsentrasi pencemar BOD. Penyebab utamanya yaitu pada pengambilan sampel bulan Oktober dilakukan

pada saat setelah terjadi hujan. Hujan mengakibatkan kadar oksigen yang masuk ke sungai meningkat sehingga konsentrasi pencemar BOD menurun.

Sedangkan hasil analisa *fecal coliform* dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 2 Hasil Uji Konsentrasi *Fecal Coliform***

Titik	<i>Fecal Coliform</i> (mg/l)		Standar Baku Mutu (PP No.82/2001)				Keterangan
	I	2	I	II	III	IV	
1	100	80	100	1000	2000	2000	Memenuhi kelas II
2	11300	>240000					Tidak Memenuhi kelas 2
3	20700	4300					Memenuhi kelas II
4	25800	>240000					Tidak Memenuhi kelas 2
5	6900	>240000					Tidak Memenuhi kelas 2

Tingginya jumlah *fecal coliform* dipengaruhi oleh limbah domestik yang berasal dari pemukiman warga yang dibuang ke badan air di sekitar titik lokasi pengambilan sampel. Telah diketahui bahwa pencemar *fecal coliform* banyak dijumpai pada limbah domestik.

### Sumber Pencemar

Dalam penelitian ini berasal dari sumber pencemar *non point source* diantaranya limbah domestik dan limbah pertanian dan *point source* yang berasal dari kegiatan industri.

**Tabel 3. Beban Pencemaran Domestik**

Segmen	Jumlah Penduduk	Beban Pencemaran Domestik	
		BOD (kg/hari)	<i>Fecal Coliform</i> (jumlah/hari)
1	30478	941,01	$4,95 \times 10^{11}$
2	63724	1967,48	$1,04 \times 10^{12}$
3	63739	1967,94	$1,04 \times 10^{12}$
4	40135	1239,17	$6,52 \times 10^{11}$

Beban pencemaran BOD dan fecal coliform meningkat tiap tahunnya seiring dengan pertumbuhan penduduk di setiap segmennya.

**Tabel 4. Beban Pencemaran Pertanian**

Segmen	Luas Lahan pertanian (Ha)	Beban Pencemaran BOD Pertanian (kg/hari)
1	509	35,63
2	2635	184,45
3	261	18,27
4	952	66,64

Beban pencemaran BOD pertanian mengalami perubahan akibat luas lahan pertanian yang di miliki pada setiap segmen.

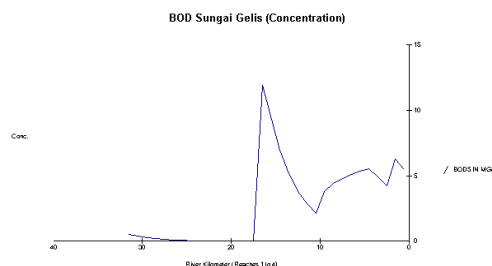
**Tabel 5 Konsentrasi BOD Rata-Rata Pada Industri**

Segmen	Jenis Industri	Lokasi	BOD (mg/l)
1	Gula	Samirejo	22,23
2	-	-	-
3	Makanan	Kota Kudus	6,221
	Rokok	Kota Kudus	7,482
4	Kertas	Jati Wetan	29,83

Kadar BOD tiap jenis industri diperoleh dari hasil estimasi. Estimasi dilakukan karena tidak dilakukan pengambilan sampel air limbah industri dan tidak adanya data sekunder dari instansi yang bersangkutan.

### Permodelan QUAL2E

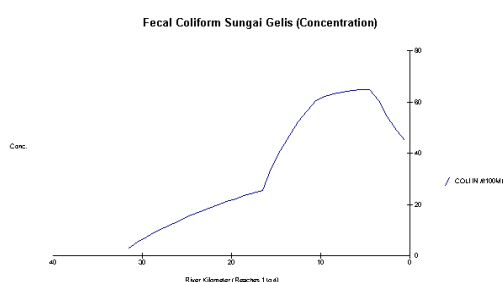
Setelah dilakukan perhitungan manual beban pencemaran, angka perhitungan diinput kedalam software QUAL2E. Berikut merupakan grafik BOD dan *fecal coliform* hasil running permodelan QUAL2E.



**Gambar 2. Grafik Hasil Running Program QUAL2E**

Dari gambar grafik hasil *running* dapat dilihat bahwa konsentrasi BOD model

mengalami fluktuasi dari hulu hingga hilir yang ditunjukkan dengan garis biru. Kenaikan konsentrasi BOD disebabkan oleh adanya masukan dari beban pencemaran domestik, pertanian dan industri. Sedangkan penurunan konsentrasi BOD disebabkan oleh adanya aerasi yang terjadi di sungai. Selain itu juga disebabkan pada tepi sungai terdapat pepohonan yang mengurangi masuknya limbah pencemar



**Gambar 3. Grafik Hasil Running Program QUAL2E**

Dari gambar grafik hasil *running* dapat dilihat bahwa jumlah bakteri *fecal coliform* model mengalami peningkatan dari segmen 1 hingga segmen 3 yang ditunjukkan dengan garis biru. Peningkatan jumlah bakteri *fecal coliform* berbanding lurus dengan peningkatan jumlah penduduk dari segmen 1 hingga segmen 3. Sedangkan penurunan jumlah bakteri *fecal coliform* pada segmen 4 dikarenakan jumlah penduduk yang rendah jika dibandingkan dengan jumlah penduduk di segmen sebelumnya.

### Kalibrasi Model

Hasil model dapat diterima sebagai acuan perhitungan setelah dilakukan kalibrasi dan uji validitas. Kalibrasi model dilakukan dengan *trial and error* pada input menu *BOD and DO reactions constant* dan menu *N and Algae Coefficients* dengan tujuan untuk memperoleh tren grafik pencemaran BOD dan untuk memperoleh trend grafik pencemaran *Fecal Coliform* yang mendekati kondisi

lapangan. Kemudian dilakukan validasi terhadap model yang telah diperoleh menggunakan metode uji Kolmogorov Smirnov.

Kriteria uji adalah model diterima ( $H_0$ ), jika  $K_D < 5$ . Dari perhitungan parameter BOD diperoleh nilai  $K_D$  adalah 4,05, sehingga  $4,05 < 5$ . Hal ini berarti  $H_0$  diterima, yang menunjukkan bahwa tidak ada beda antara model dan lapangan. Sedangkan pada *fecal coliform* diperoleh nilai  $K_D$  adalah 59,467, sehingga  $59,467 > 5$ . Hal ini berarti  $H_0$  ditolak, yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara model dan lapangan. Berdasarkan validasi model dapat diketahui bahwa simulasi model QUAL2E dapat diterapkan di Sungai Gelis untuk beban pencemaran BOD namun untuk *fecal coliform* tidak cukup akurat untuk diterapkan.

### Daya Tampung Beban Pencemaran BOD

Daya tampung beban pencemaran dihitung berdasarkan debit andalan minimum dan debit andalan maksimum. Berikut tabel perhitungan beban cemaran debit minimum yang diijinkan sesuai kelas.

**Tabel 6. Baku Mutu Beban Pencemaran BOD Debit Minimum Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001**

Parameter	Satuan	Kelas			
		I	II	III	IV
Debit	m <sup>3</sup> /s	0,03	0,03	0,03	0,05
Baku Mutu BOD	mg/l	2	3	6	12
Beban Cemaran Yang Diijinkan	kg/hari	5,184	7,776	15,552	31,104

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, daya tampung beban pencemaran BOD di Sungai Gelis pada debit minimum secara keseluruhan tidak memenuhi baku mutu kelas I dan kelas II. karena beban pencemaran BOD yang masuk ke sungai berada diatas beban cemaran yang diijinkan untuk kelas I dan kelas II menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air

dan Pengendalian Pencemaran Air. Beban pencemaran terendah terletak di sepanjang aliran sungai segmen 1 sebesar 0 kg/hari. Hal ini karena di sepanjang aliran sungai pada segmen 1 terdapat bebatuan yang menyebabkan aerasi secara alami. Sedangkan yang tertinggi berada di akhir segmen 1 sebesar 5,92 kg/hari. Hal ini karena terjadi penambahan debit yang berasal dari limpasan pertanian dan kegiatan pengolahan tebu menjadi gula.

Berikut tabel perhitungan beban penemaran debit maksimum yang diijinkan sesuai kelas.

**Tabel 7. Baku Mutu Beban Pencemaran BOD Debit Maksimum Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001**

Parameter	Satuan	Kelas			
		I	II	III	IV
Debit	m <sup>3</sup> /s	10,41	10,41	10,41	10,41
Baku Mutu BOD	mg/l	2	3	6	12
Beban Cemarannya Yang Diijinkan	kg/hari	1.798,8 48	2.698,2 72	5.396,5 44	10.793, 088

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, daya tampung beban pencemaran BOD di Sungai Gelis pada debit maksimum secara keseluruhan tidak memenuhi baku mutu kelas I dan kelas II. karena beban pencemaran BOD yang masuk ke sungai berada diatas beban cemaran yang diijinkan untuk kelas I dan kelas II menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Beban pencemaran terendah terletak di segmen 1 km 18 sebesar 269,83 kg/hari. Hal ini karena di sepanjang aliran sungai pada segmen 1 terdapat bebatuan yang menyebabkan aerasi secara alami. Sedangkan yang tertinggi berada di akhir segmen 1 sebesar 5324,59 kg/hari. Hal ini karena terjadi penambahan debit yang berasal dari limpasan pertanian dan kegiatan pengolahan tebu menjadi gula. Pada segmen 2

terjadi penurunan beban pencemaran jika dibandingkan dengan segmen 1, hal ini dikarenakan tata guna lahan pada segmen 2 yang dominan lahan pertanian dan kemudian meningkat kembali pada segmen 3 dikarenakan banyaknya kawasan pemukiman dan terdapat beberapa kegiatan industri.

### **Daya Tampung Beban Pencemaran *Fecal Coliform***

Daya tampung beban pencemaran dihitung berdasarkan debit andalan minimum dan debit andalan maksimum. Berikut tabel perhitungan beban cemaran debit minimum yang diijinkan sesuai kelas.

**Tabel 8. Baku Mutu Beban Pencemaran *Fecal Coliform* Debit Minimum Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001**

Parameter	Satuan	Kelas			
		I	II	III	IV
Debit	m <sup>3</sup> /s	0,03	0,03	0,03	0,05
Baku Mutu <i>Fecal Coliform</i>	Jumlah/100ml	100	1000	2000	2000
Beban Cemarannya Yang Diijinkan	jumlah/hari	2,59 x 10 <sup>9</sup>	2,59 x 10 <sup>10</sup>	2,59 x 10 <sup>10</sup>	2,59 x 10 <sup>10</sup>

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, daya tampung beban pencemaran *fecal coliform* di Sungai Gelis pada debit minimum secara keseluruhan tidak memenuhi baku mutu kelas I dan kelas II. karena beban pencemaran *fecal coliform* yang masuk ke sungai berada diatas beban cemaran yang diijinkan untuk kelas I dan kelas II menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Walaupun segmen 1 km 32 terletak di hulu dan merupakan sumber mata air, namun tidak memiliki daya tampung beban pencemaran *fecal coliform* karena memiliki jumlah bakteri sebesar 325 jumlah/100 ml yang melebihi batas maksimum beban cemaran yang diijinkan. Hal ini dikarenakan tidak jauh dari lokasi sumber

mata air terdapat sebuah warung dan Musholla yang menjadi penyebab adanya bakteri *fecal coliform* pada sumber mata air.

Daya tampung beban pencemaran tertinggi berada di akhir segmen 3 sebesar  $-1,43 \times 10^{11}$  jumlah/hari. Hal ini dikarenakan hampir seluruh wilayah segmen 3 merupakan pemukiman. Tingginya aktivitas manusia pada segmen 3 menyebabkan tingginya *fecal coliform* pencemaran di Sungai Gelis

Berikut tabel perhitungan beban penemaran debit maksimum yang diijinkan sesuai kelas.

**Tabel 9. Baku Mutu Beban Pencemaran *Fecal Coliform* Debit Maksimum Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001**

Parameter	Satuan	Kelas			
		I	II	III	IV
Debit	m <sup>3</sup> /s	10,41	10,41	10,41	10,41
Baku Mutu <i>Fecal Coliform</i>	jumlah/100ml	2	3	6	12
Beban Cemar Yang Dijinkan	jumlah/hari	$8,99 \times 10^{11}$	$8,99 \times 10^{12}$	$1,8 \times 10^{13}$	$1,8 \times 10^{13}$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, daya tampung beban pencemaran *fecal coliform* di Sungai Gelis pada debit maksimum secara keseluruhan tidak memenuhi baku mutu kelas I dan kelas II. karena beban pencemaran *fecal coliform* yang masuk ke sungai berada diatas beban cemar yang diijinkan untuk kelas I dan kelas II menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Daya tampung beban pencemaran terendah terletak di awal segmen 1 sebesar  $-5,83 \times 10^9$  jumlah/hari. Hal ini karena awal segmen 1 merupakan hulu dan terdapat sumber mata air. Jumlah *fecal coliform* meningkat dari segmen 1 hingga segmen 3. Hal ini dikarenakan jumlah sumber pencemar domestik yang meningkat dari segmen 1 hingga segmen 3. Selain itu karena

dipengaruhi oleh laju aliran yang juga semakin meningkat.

Sedangkan pada segmen 4 terjadi penurunan beban pencemaran *fecal coliform*. Hal ini karena pada titik terakhir segmen 3 yaitu km 4 terdapat bendungan yang menyebabkan terjadinya proses aerasi dan berpengaruh terhadap aliran sungai hingga ke hilir. Selain itu juga dikarenakan kondisi fisik sungai pada segmen 4 yang berkelok dan di sepanjang aliran terdapat rumput serta semak belukar yang membantu proses *self purification*. Faktor lain yang mempengaruhi beban pencemaran *fecal coliform*. yaitu jumlah penduduk di segmen 4 yang lebih kecil dibandingkan dengan segmen 3. Sehingga buangan limbah domestik juga lebih kecil dari segmen 3.

## PENGENDALIAN PENCEMARAN SUNGAI

### 1. Membatasi Beban Pencemaran yang Masuk ke Sungai

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, beban pencemaran yang masuk ke dalam Sungai Gelis perlu di batasi agar tidak mengakibatkan menurunnya kualitas air sungai. Beban pencemaran BOD yang masuk ke Sungai Gelis dibatasi agar tidak melebihi 7,776 kg/hari pada debit andalan minimum dan tidak melebihi 2.698,272 kg/hari pada debit andalan maksimum. Sedangkan beban pencemaran *fecal coliform* dibatasi agar tidak melebihi  $2,59 \times 10^9$  jumlah/hari pada debit andalan minimum dan tidak melebihi  $8,99 \times 10^{11}$  jumlah/hari pada debit andalan maksimum.

### 2. Mengelola Air Limbah Rumah Tangga

Dalam membatasi beban pencemaran yang masuk ke sungai, air limbah rumah tangga perlu dikelola sebelum dialirkan secara langsung ke selokan atau sungai yaitu dengan cara membangun instalasi pembuangan air limbah (IPAL) komunal dan bagi daerah/lingkungan yang rata-rata

penduduknya tidak memiliki WC perlu disediakan WC umum yang dilengkapi dengan septic tank.

### 3. Melakukan Normalisasi di Sepanjang Aliran Sungai Gelis

Upaya pengendalian pencemaran perairan sungai juga dapat dilakukan dengan pencegahan kerusakan dan/atau penurunan fungsi prasarana sungai seperti bendungan. Perlu juga dilakukan penanaman pohon kembali untuk mengurangi beban pencemaran yang masuk ke sungai. Selain itu juga perlu dilakukan normalisasi sungai yaitu membersihkan badan sungai dari sampah-sampah yang berada di sekitar badan sungai. Normalisasi dilakukan bertujuan untuk menambah kekasaran sungai yang dilakukan dengan cara memasang batu-batuan dan memperdalam sungai sehingga Manning fisik sungai akan menjadi lebih besar. Selain itu perlu dipertimbangkan pembuatan bangunan bendung-bendung untuk memperbesar aerasi.

## KESIMPULAN

1. Sumber pencemar yang masuk ke Sungai Gelis berasal dari limbah domestik, limbah pertanian, dan limbah industri. Limbah domestik dan limbah pertanian di sepanjang aliran Sungai Gelis tidak dilakukan pengolahan sebelum dialirkan atau dibuang ke sungai. Secara keseluruhan, beban pencemaran yang masuk ke Sungai Gelis didominasi oleh limbah domestik yaitu sebesar 95%. Limbah industri tidak berpengaruh signifikan pada Sungai Gelis.
2. Dari hasil perhitungan dan analisis daya tampung beban pencemaran parameter BOD dan *fecal coliform* menggunakan metode permodelan QUAL2E, diketahui secara keseluruhan Sungai Gelis tidak memenuhi baku mutu kelas I dan kelas II. Konsentrasi tertinggi beban pencemaran BOD pada saat

debit andalan minimum sebesar 29,06 kg/hari dan pada saat debit andalan maksimum sebesar 10082,54 kg/hari yang terjadi pada segmen 1. Sedangkan konsentrasi tertinggi beban pencemaran *fecal coliform* pada saat debit andalan minimum sebesar  $6,7 \times 10^{11}$  jumlah/hari dan pada saat debit andalan maksimum sebesar  $2,32 \times 10^{14}$  jumlah/hari yang terjadi pada segmen 3.

3. Upaya pengendalian pencemaran sungai dilakukan untuk menurunkan beban pencemaran. Upaya yang dilakukan yaitu dengan mengelola air limbah rumah tangga sebelum dibuang ke sungai, membatasi beban pencemaran BOD yang masuk ke Sungai Gelis agar tidak melebihi 7,776 kg/hari pada debit andalan minimum dan tidak melebihi 2.698,272 kg/hari pada debit andalan maksimum sedangkan beban pencemaran *fecal coliform* dibatasi agar tidak melebihi  $2,59 \times 10^9$  jumlah/hari pada debit andalan minimum dan tidak melebihi  $8,99 \times 10^{11}$ , selain itu dilakukan upaya normalisasi pada sungai Gelis

## SARAN

1. Pengambilan sampel air Sungai perlu dilakukan secara periodik dan titik pengambilan sampel diperbanyak untuk hasil yang lebih akurat.
2. Bila dilakukan normalisasi sungai hendaknya meningkatkan kekasaran sungai namun dengan tetap menjaga kondisi alamiahnya.
3. Pada saat pengukuran hidrolis sungai, sebaiknya dilakukan juga pengukuran penampang sungai secara rinci sesuai kondisi lapangan sebenarnya

## DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_. 1995. *Qual2e Windows Interface User's Guide*. United States Environmental





- Protection Agency, Washington DC. Distributed by Dodson and Associates Inc. Texas, USA.
- \_\_\_\_\_. 2001. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2003. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 110 Tahun 2003 tentang *Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Pada Sumber Air*. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2008. Standar Nasional Indonesia Nomor 6898 Bagian 57 Tahun 2008 tentang *Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan*. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2010. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 01 Tahun 2010 tentang *Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta.
- Alaerts, G dan S.S.Santika. 1987. *Metoda Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya
- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Asdak, Chay. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Cetakan ke.5, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Chapra, Steven.2001. *Surface Water Quality Modelling*. The McGraw Hill Companies International Editions. Singapore.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius : Yogyakarta
- James, A. 1984. *An Introduction to Water Quality Modelling*. John Willey & Sons Ltd. New York, West Sussex : England.
- Kordi, K. M. Ghufan. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Metcalf dan Eddy. 1991. *Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse*. New Delhi: McGraw-Hill Book Company.
- Monalisatika W.I.N. 2014. Analisis Penentuan Kualitas Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran untuk Parameter *Fecal Coliform* di Hulu Sungai Progo Kabupaten Temanggung. Teknik Lingkungan Undip. Semarang.
- Paliwal, R., Sharma, P., dan Kansal, A. 2006. Water Quality Modelling of The River Yamuna (India) Using QUAL2E-UNCAS. *Journal of Environmental Management* 83 Hlm. 131-144.
- Putra, Adianty Andhika. 2015. Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran BOD dan Fecal Coliform Sungai Beringin Kota Semarang Dengan Software QUAL2E. Teknik Lingkungan Undip. Semarang.
- Utama, Josua Partogi. 2015. Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran BOD dan Fecal Coliform Sungai Plumbon Kota Semarang Dengan Software QUAL2E. Teknik Lingkungan Undip. Semarang.
- Yuceer, Mehmet. 2006. "Simulation of river streams: Comparison of a new technique with QUAL2E" *Journal of Mathematical and computer modelling*. Vol 46 hlm. 292- 305.
- Wiwoho. 2005. Model Identifikasi Daya Tampung Beban Cemaran Sungai Dengan QUAL2E. Tesis. Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro. Semarang.