

**PENENTUAN DAYA TAMPUNG BEBAN CEMARAN NITRIT (NO<sub>2</sub>) DAN NITRAT (NO<sub>3</sub>) MENGGUNAKAN PROGRAM QUAL2E (STUDI KASUS: SUNGAI GELIS, KABUPATEN KUDUS)**

**Alfara Novritasari<sup>\*)</sup>, Anik Sarminingsih<sup>\*\*)</sup>, Winardi Dwi Nugraha<sup>\*\*)</sup>**  
Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H Tembalang, Semarang, Indonesia 50275  
email : [alfaranovritasari60@gmail.com](mailto:alfaranovritasari60@gmail.com)

**Abstrak**

*Sungai Gelis merupakan sungai utama yang menghubungkan desa Rahtawu, Kecamatan Gebog Kabupaten Kudus sampai menuju hilir desa Jati Wetan Kecamatan Jati. DAS Gelis memiliki luas 140,94 km<sup>2</sup> dan panjang sungai utamanya 32 km. Banyaknya jumlah penduduk dan bermacam-macam aktivitas penduduk di sekitar DAS Gelis dapat menyebabkan banyak perubahan kualitas air sungai akibat masuknya cemaran limbah domestik, pertanian, industri. Dalam penelitian ini Sungai Gelis dibagi menjadi 4 segmen yang terdiri dari 5 titik pengambilan sampling. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung besarnya daya tampung beban pencemaran Nitrit (NO<sub>2</sub>) dan Nitrat (NO<sub>3</sub>) Sungai Gelis dengan menggunakan program QUAL2E. Hasil penelitian menunjukkan daya tampung beban pencemaran Nitrit (NO<sub>2</sub>) pada Sungai Gelis pada sepanjang semua segmen tidak ada yang memenuhi baku mutu kelas I, II, III dan IV dengan beban pencemaran tertinggi yaitu 2545,37 kg/hari saat debit maksimum dan 0,41 kg/hari saat debit minimum. Sedangkan daya tampung beban pencemaran Nitrat (NO<sub>3</sub>) secara keseluruhan memenuhi baku mutu kelas I, II, III dan IV. Beban pencemaran tertinggi mencapai 1969,74 kg/hari saat debit maksimum dan 2,51 kg/hari saat debit minimum.*

**Kata kunci:** beban pencemaran, daya tampung beban pencemaran, QUAL2E, Nitrit (NO<sub>2</sub>), Nitrat (NO<sub>3</sub>).

**Abstract**

*[Determination of Capacity Load Contamination Nitrite (NO<sub>2</sub>) and Nitrate (NO<sub>3</sub>) using the Program QUAL2E]. Gelis river is the main river that form the village Rahtawu, Sub-District Gebog District Kudus until the downstream village of JatiWetanJatisubdistrict. Gelis river basin has an area of 140.94 km<sup>2</sup> and its main river length of 32 km. A large number of residents and an assortment of people's activities around the watershed Gelis can cause many changes in water quality due to the influx of sewage contamination domestic, agriculture, industry. In this study Gelisriver is divided into four segments consisting of five sampling points. This study aimed to quantify the pollution load capacity of nitrite (NO<sub>2</sub>) and nitrate (NO<sub>3</sub>) Gelisriver using QUAL2E program. The results showed pollution load capacity Nitrite (NO<sub>2</sub>) in the river throughout all segments Gelis at no meet quality standards of class I, II and III with highest pollution load reaching of 2545.37 kg / day maximum flow and 0.41 kg / day when a minimum flow. While the pollution load capacity of nitrate (NO<sub>3</sub>) as a whole meets the quality standards of class I, II, III and IV. The highest pollution load reaching 1969.74 kg / day maximum flow and 2.51 kg / day at minimum flow.*

**Keywords:** pollution load, pollution load capacity, QUAL2E, nitrite (NO<sub>2</sub>), nitrate (NO<sub>3</sub>).

## PENDAHULUAN

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). Sungai Gelis terletak sepanjang Desa Rahtawu Kecamatan Gebok hingga bagian hilir terletak di Desa Jati Wetan Kecamatan Jati. Panjang Sungai Gelis sebesar 32 km, luas DAS sebesar 140,94 km<sup>2</sup> dengan debit banjir rata-rata yang dimiliki 1,17 m<sup>3</sup>/dtk. Bangunan yang ada di sekitar Sungai Gelis adalah Bendung Suru dan Bendung Kedung (BPSDA Seluna, 2002).

Dalam mengetahui besarnya daya tampung terhadap beban cemaran, maka perlu dilakukan kajian terhadap daya tampung beban cemaran Sungai Gelis dengan tujuan untuk pengendalian pencemaran sungai di masa datang (Wiwoho, 2005). Upaya yang dilakukan untuk mengetahui daya tampung Sungai Gelis maka dilakukan penelitian terhadap kandungan pencemar yang berada di sungai. Upaya penelitian menggunakan metode QUAL2E untuk mengetahui kejadian yang dilalui oleh sungai Gelis. Parameter yang akan diukur adalah Nitrat dan Nitrit dimana parameter ini dihasilkan dari proses oksidasi senyawa sempurna senyawa nitrogen dan amonia di perairan. Sehingga dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar daya tampung air sungai untuk parameter Nitrat dan Nitrit serta pengaruh yang di timbulkan bagi sungai dan di sekitar sungai.

## 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 Nitrit (NO<sub>2</sub>) dan Nitrat (NO<sub>3</sub>). Penentuan Daya Tampung Sungai Gelis dilakukan dengan membagi Sungai Gelis menjadi 4 segmen dengan 5 titik pengambilan sampling. 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, analisis daya tampung beban pencemaran 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.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Debit Andalan

Untuk mendapatkan beban pencemaran pada saat maksimum dan minimum, diperlukan debit pada musim kemarau dan penghujan, untuk mendapatkan data tersebut, praktikan mendapat data dari BPSDA Seluna Kab. Kudus untuk 10 tahun terakhir, dan ditentukan debit andalan. Berdasarkan hasil perhitungan debit andalan diperoleh debit Minimum sebesar 0,03 m<sup>3</sup>/s terjadi pada bulan Juli sedangkan yang terbesar adalah 10,41 m<sup>3</sup>/s terjadi pada bulan Januari.

### Analisis Kualitas

Hasil Analisis kualitas air sungai pada 5 titik lokasi pengambilan sampel adalah sebagai berikut:

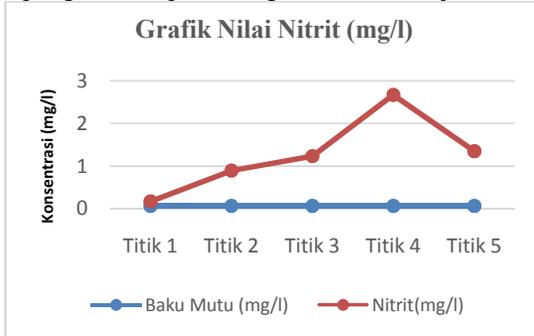
**Tabel 1 Perbandingan Pencemar Nitrit dengan Baku Mutu**

Titik	Nitrit (NO <sub>2</sub> ) (mg/l)	Standar Baku Mutu (PP No.82/2001)				Keterangan	
		I	II	III	IV		
1	0,0009	0,167	0,06	0,06	0,06	-	Tidak Memenuhi kelas 2
2	0,012	0,89	0,06	0,06	0,06	-	Tidak Memenuhi kelas 2
3	0,022	1,232	0,06	0,06	0,06	-	Tidak Memenuhi kelas 2
4	0,094	2,67	0,06	0,06	0,06	-	Tidak Memenuhi kelas 2
5	0,102	1,346	0,06	0,06	0,06	-	Tidak Memenuhi kelas 2

Sumber : Hasil Uji Laboratorium Teknik Lingkungan, Juni 2016  
: Hasil Uji Nitrit Laboratorium Kesehatan Provinsi Jawa Tengah, Oktober 2016

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa perbandingan hasil yang didapatkan pada saat pengujian bulan Juni dan Oktober. Hasil yang didapatkan pada bulan Juni mengalami penurunan saat dilakukan pengujian bulan Oktober. Penyebab menurunnya parameter Nitrit (NO<sub>2</sub>) akibat terjadinya pengenceran air setelah terjadi hujan. Sehingga Nitrit yang ada pada air mengalami oksidasi akibat tingginya oksigen yang masuk kedalam aliran air sungai sehingga terjadipubahan Nitrit (NO<sub>2</sub>) menjadi Nitrat (NO<sub>3</sub>). Hampir semua

parameter pencemar Nitrit ( $\text{NO}_2$ ) semua titik dari pengujian bulan Juni dan Oktober melebihi baku mutu, hanya pada pengujian sampling titik 1 di bulan Oktober yang memiliki parameter memenuhi baku mutu. Jika dilihat dari hasil pengujian tidak memenuhi baku mutu kelas II sesuai PP No 82 Tahun 2001 bahkan tidak ada yang memenuhi baku mutu kelas III. Hasil yang demikian ini dapat dipengaruhi adanya pengenceran pada sungai akibat air hujan.



Gambar 1. Grafik Nilai Nitrit ( $\text{NO}_2$ )

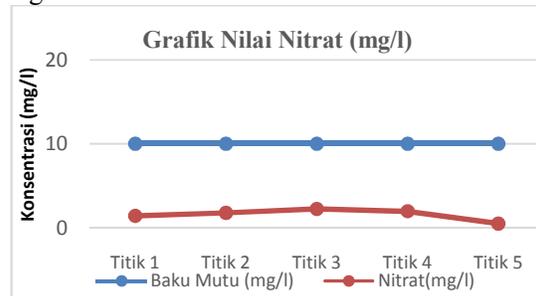
Dari grafik dapat diketahui puncak kadar parameter tertinggi terjadi pada titik 4. Kenaikan pencemar Nitrit pada titik tersebut disebabkan karena terdapat banyaknya sampah dan limbah domestik lainnya yang dibuang ke sungai. Titik 4 ini adalah titik pemukiman terpadat di sepanjang Sungai Gelis, sehingga tidak mengherankan jika kualitas air yang berada di titik 4 sangat buruk. Penyebab nilai kadar nitrit ( $\text{NO}_2$ ) di hulu tinggi akibat di sekitar daerah tersebut dekat dengan area pertanian masyarakat. Pada titik 5 mengalami penurunan kadar nitrit ( $\text{NO}_2$ ) yang disebabkan karena daerah/lingkungan di titik 5 terdapat banyak tanaman-tanaman atau ilalang di sekitar DAS Gelis, sehingga terjadi proses self purifikasi oleh kondisi fisik sungai di segmen 4 yang memiliki batu-batuan serta tumbuhan disekitar DAS Gelis. Selain itu di titik 5 juga memiliki jumlah penduduk lebih sedikit dibandingkan jumlah penduduk di titik 4 yang letaknya di daerah kota Kudus. Menurut WHO, kadar maksimum Nitrit ( $\text{NO}_2$ ) untuk digunakan sebagai bahan baku air minum tidak boleh melebihi dari 1 mg/liter. Dimana pada hasil pengujian hanya titik 1 dan titik 2 saja yang dapat digunakan sebagai bahan baku air minum.

Tabel 2. Perbandingan Pencemar Nitrat dengan Baku Mutu

Titik	Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) (mg/l)		Standar Baku Mutu (PP No.82/2001)				Keterangan
			I	II	III	IV	
1	1,21	1,42	10	10	20	20	Memenuhi kelas 2
2	1,60	1,78	10	10	20	20	Memenuhi kelas 2
3	3,11	2,24	10	10	20	20	Memenuhi kelas 2
4	2,50	1,97	10	10	20	20	Memenuhi kelas 2
5	2,18	0,48	10	10	20	20	Memenuhi kelas 2

Sumber : Hasil Uji Laboratorium Teknik Lingkungan, Juni 2 2016  
 : Hasil Uji Nitrat Laboratorium Kesehatan Provinsi Jawa Tengah, Oktober 2016

Dari tabel di atas dapat diketahui perbandingan hasil pengujian sampling pada bulan Juni dengan Oktober. Pada bulan Oktober parameter cemaran Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) mengalami peningkatan pada beberapa titik jika dibandingkan dengan pengujian sampling pada bulan Juni. Peningkatan hasil pengujian diakibatkan kondisi saat pengambilan sampel air setelah terjadi hujan, sehingga terjadinya pengenceran pada air sungai yang mengakibatkan kandungan nitrit ( $\text{NO}_2$ ) yang semula tinggi menjadi nitrat ( $\text{NO}_3$ ) akibat adanya proses nitrifikasi yang dibantu dengan adanya Oksigen ( $\text{O}_2$ ). Untuk pencemar Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) pada semua titik masih memenuhi baku mutu di setiap kelas. Hasil pengujian dibandingkan dengan baku mutu kualitas air kelas 2 (dua) yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut sesuai dengan ketentuan PP Nomor 82 tahun 2001. Grafik yang menunjukkan tinggi rendahnya kandungan di semua titik sampling parameter Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) pada bulan Juni Sungai Gelis disajikan pada gambar berikut :



Gambar 2. Grafik Nilai Nitrat ( $\text{NO}_3$ )

Dari grafik dapat diketahui nilai maksimal kadar Nitrat terjadi pada titik 3. Kenaikan pencemar Nitrat pada titik tersebut disebabkan karena didaerah segmen 2 penghubung antara titik 2 menuju titik 3 luas lahan didaerah tersebut di dominasi area pertanian. Dari luas total lahan segmen 2 sebesar 34,25 km<sup>2</sup> luas lahan yang digunakan untuk area pertanian sebesar 23,15 km<sup>2</sup> sehingga hampir 67% lahan yang digunakan dominan dengan daerah pertanian. Limbah pertanian yang dihasilkan mengandung sisa-sisa pupuk dan pestisida yang digunakan dalam kegiatan pertanian

**Sumber Pencemar**

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

**Tabel 3. Beban Cemar Domestik**

Segmen	Jumlah Penduduk	Beban Cemar Domestik (kg/hari)	
		Nitrit	Nitrat
1	30478	0,05	0,248
2	63724	0,104	0,518
3	63739	0,104	0,518
4	40135	0,065	0,326

Meningkatnya beban cemar domestik pada Nitrit dan Nitrat diakibatkan dengan banyaknya jumlah penduduk disetiap segmen yang berbeda-beda.

**Tabel 4. Beban Cemar Pertanian Tahun 2020**

Segmen	Luas Lahan pertanian (Ha)	Beban Cemar Pertanian (kg/hari)		
		Nitrogen	Nitrit	Nitrat
1	509	10,18	0,5090	8,1440
2	2635	52,70	2,6350	42,1600
3	261	5,22	0,2610	4,1760
4	952	19,04	0,9520	15,2320

Beban cemar nitrit dan nitrat pertanian mengalami perubahan akibat luas lahan pertanian yang di miliki pada setiap segmen.

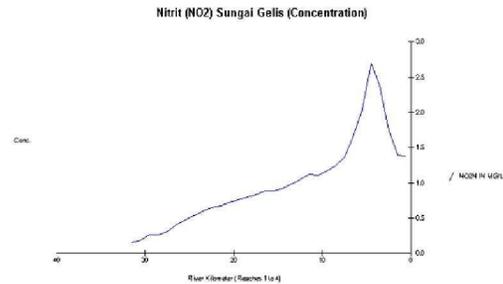
**Tabel 5. Kondisi Hidrolika Sungai Gelis**

Segmen	n manning (n)	Side slope 1 (1/m)	Side slope 2 (1/m)	Panjang Alur Segmen (m)	Lebar Segmen (m)	Slope Dasar	Selisih tinggi (m)
1	0,05	1,111	1,111	16110	50	0,069	1110
2	0,45	0,925	0,925	6410	52	0,013	85
3	0,55	0,850	0,850	5580	35,7	0,005	28
4	0,08	1,667	1,667	3900	34	0,001	5

Segmen	n manning (n)	Side slope 1 (1/m)	Side slope 2 (1/m)	Panjang Alur Segmen (m)	Lebar Segmen (m)	Slope Dasar	Selisih tinggi (m)
1	0,05	1,111	1,111	16110	50	0,069	1110
2	0,45	0,925	0,925	6410	52	0,013	85
3	0,55	0,850	0,850	5580	35,7	0,005	28
4	0,08	1,667	1,667	3900	34	0,001	5

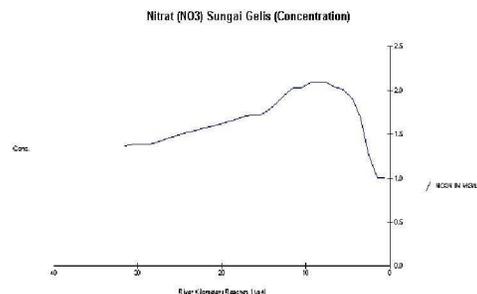
**Running Model QUAL2E**

Setelah dilakukan perhitungan manual beban cemar, angka perhitungan diinput kedalam software QUAL2E. Berikut merupakan grafik Nitrit (NO<sub>2</sub>) dan Nitrat (NO<sub>3</sub>) hasil running program QUAL2E.



**Gambar 3. Grafik Hasil Running Program QUAL2E Beban Cemar Nitrit (NO<sub>2</sub>)**

Dari hasil running dapat dilihat konsentrasi Nitrit (NO<sub>2</sub>) model yang ditunjukkan oleh garis warna biru mengalami fluktuasi dari hulu hingga segmen 3 namun pada segmen 4 yang ditunjukkan pada kilometer 0 – 4 mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena adanya jumlah input beban cemar domestik dan pertanian yang masuk ke Sungai Gelis berbeda – beda di setiap segmen Sungai Gelis.

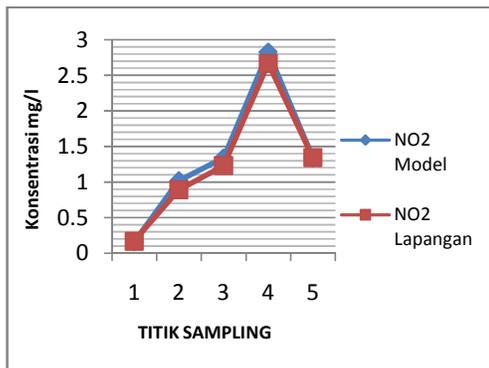


**Gambar 4. Grafik Hasil Running Program QUAL2E Beban Cemaran Nitrat (NO<sub>3</sub>)**

Dari hasil running dapat dilihat konsentrasi Nitrat (NO<sub>3</sub>) model yang ditunjukkan oleh garis warna biru mengalami fluktuasi dari hulu hingga segmen 4 awal namun pada segmen 4 akhir yang ditunjukkan pada kilometer 3 – 0. Hal ini disebabkan karena adanya jumlah input beban cemaran domestik dan pertanian yang masuk ke Sungai Gelis berbeda – beda di setiap segmen Sungai Gelis dan kemampuan sungai melakukan *self purification* berbeda-beda.

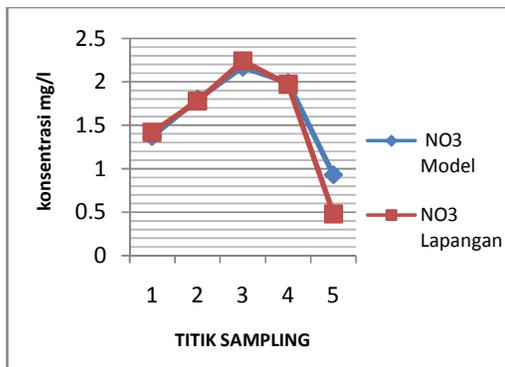
**Kalibrasi Model**

Berikut ini adalah grafik kalibrasi antara konsentrasi pencemar di lapangan dengan model hasil simulasi :



**Gambar 5. Grafik Kalibrasi Konsentrasi NO<sub>2</sub> Lapangan dengan Model**

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa hasil kalibrasi menunjukkan hasil yang mendekati data konsentrasi lapangan.



**Gambar 6. Grafik Kalibrasi Konsentrasi NO<sub>3</sub> Lapangan dengan Model**

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa NO<sub>3</sub> model yang dihasilkan oleh program

QUAL2E dengan NO<sub>3</sub> lapangan telah sesuai sehingga dapat dikatakan valid.

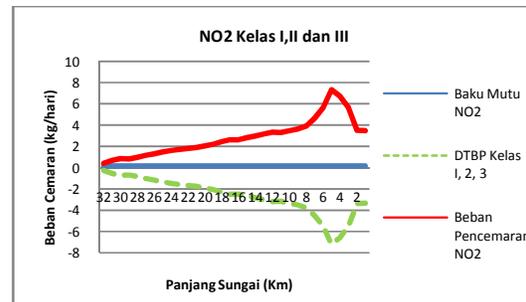
**Daya Tampung Beban Cemaran Nitrit**

Berdasarkan hasil analisa data debit andalan Sungai Gelis memiliki debit andalan minimum pada bulan Juli sebesar 0,03 m<sup>3</sup>/s dan debit andalan maksimum pada bulan januari sebesar 10,41 m<sup>3</sup>/s. Berikut tabel perhitungan beban cemaran debit minimum yang diijinkan sesuai kelas.

**Tabel 6. Baku Mutu Beban Cemaran Nitrit (NO<sub>2</sub>) di Setiap Kelas Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001**

Parameter	Satuan	Kelas			
		I	II	III	IV
Debit Minimal	m <sup>3</sup> /s	0,03	0,03	0,03	-
Baku Mutu NO <sub>2</sub>	mg/l	0,06	0,06	0,06	-
Beban Cemaran Yang Dijinkan	kg/hari	0,1552	0,1552	0,1552	-

Dari tabel di atas, dapat diketahui Daya tampung yang dimiliki sungai Gelis untuk parameter Nitrit (NO<sub>2</sub>) pada debit andalan minimum yang digambarkan pada grafik di bawah ini.



**Gambar 7. Daya Tampung Beban Cemaran NO<sub>2</sub> Pada Debit Minimum Bila Dibandingkan Dengan Baku Mutu Kelas 1,2 dan 3**

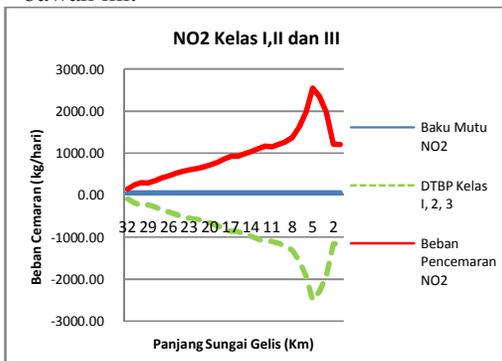
Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa beban cemaran NO<sub>2</sub> tidak memenuhi beban cemaran NO<sub>2</sub> yang diijinkan untuk kelas 1, 2 dan 3. Daya tampung beban cemaran pada saat debit minimum sebagian berada di bawah angka nol (0). Kondisi ini menunjukkan bahwa beban cemaran nitrit telah melebihi daya tampung sungai Gelis sehingga kondisi sungai saat ini sudah tidak memiliki daya tampung beban cemaran Nitrit disemua segmen yang terdapat di sungai Gelis. Beban cemaran Nitrit (NO<sub>2</sub>) yang

tinggi melebihi baku terjadi di semua segmen Sungai Gelis dapat diakibatkan dari kandungan nitrit yang berasal limbah cemaran pertanian di sekitar DAS Gelis, serta terhambatnya proses nitrifikasi yang dapat mengubah Nitrit ( $\text{NO}_2$ ) menjadi Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) akibat proses oksidasi yang tidak berjalan baik akibat kurangnya kadar  $\text{O}_2$  didalam air. Tingginya kandungan Nitrit ( $\text{NO}_2$ ) pada segmen 1 di akibatkan banyaknya lahan di sekitar segmen 1 yang di jadikan lahan pertanian.

**Tabel 7. Baku Mutu Beban Cemaran Nitrit ( $\text{NO}_2$ ) di Setiap Kelas Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001**

Parameter	Satuan	Kelas			
		I	II	III	IV
Debit Maksimum	$\text{m}^3/\text{s}$	10,41	10,41	10,41	-
Baku Mutu $\text{NO}_2$	$\text{mg}/\text{l}$	0,06	0,06	0,06	-
Beban Cemaran Yang Dijinkan	$\text{kg}/\text{hari}$	53,97	53,97	53,97	-

Dari tabel di atas, dapat diketahui Daya tampung yang dimiliki sungai Gelis untuk parameter Nitrit ( $\text{NO}_2$ ) pada debit andalan maksimum yang digambarkan pada grafik di bawah ini.



**Gambar 8. Daya Tampung Beban Cemaran  $\text{NO}_2$  Pada Debit Minimum Bila Dibandingkan Dengan Baku Mutu Kelas 1,2 dan 3**

Dapat dilihat dari grafik diatas bahwa daya tampung pada Gambar 9. Beban cemaran Nitrit ( $\text{NO}_2$ ) maksimum terdapat di akhir segmen 3 pada km 5 sebesar 2545,37 $\text{kg}/\text{hari}$  daya tampung yang dimiliki pada titik ini, hal ini disebabkan karena kualitas air segmen ini dipengaruhi oleh kurangnya kadar oksigen ( $\text{O}_2$ ) yang digunakan Nitrit untuk melakukan

proses Nitrifikasi. Hasil yang didapatkan hampir sama pada saat perhitungan beban cemaran Nitrit menggunakan debit minimum walapun saat maksimum curah hujan yang tinggi dan mengalami pengenceran. Menurut WHO, pengaruh dari tingginya beban cemaran Nitrit untuk manusia dan hewan ternak yang berada di sekitar DAS Gelis dan menggunakan air Sungai Gelis untuk di konsumsi dapat menyebabkan keracunan. Batas kandungan Nitrit untuk air yang dapat di konsumsi tidak boleh lebih dari 1  $\text{mg}/\text{l}$  air yang dapat di konsumsi.

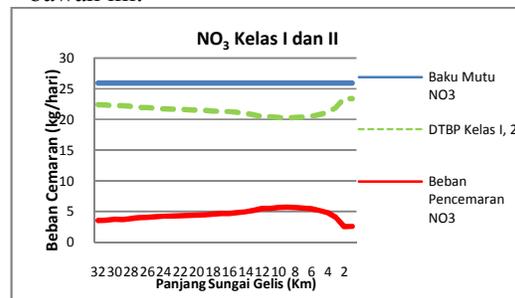
**Daya Tampung Beban Cemaran Nitrat ( $\text{NO}_3$ )**

Berdasarkan hasil analisa data debit andalan Sungai Gelis memiliki debit andalan minimum pada bulan Juli sebesar 0,03  $\text{m}^3/\text{s}$  dan debit andalan maksimum pada bulan januari sebesar 10,41  $\text{m}^3/\text{s}$ . Berikut tabel perhitungan beban cemaran debit minimum yang diijinkan sesuai kelas.

**Tabel 8. Baku Mutu Beban Cemaran Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) di Setiap Kelas Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001**

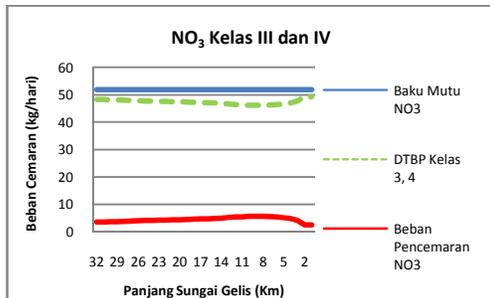
Parameter	Satuan	Kelas			
		I	II	III	IV
Debit Minimal	$\text{m}^3/\text{s}$	0,03	0,03	0,03	0,03
Baku Mutu $\text{NO}_2$	$\text{mg}/\text{l}$	10	10	20	20
Beban Cemaran Yang Dijinkan	$\text{kg}/\text{hari}$	25,92	25,92	51,84	51,84

Dari tabel di atas, dapat diketahui daya tampung yang dimiliki sungai Gelis untuk parameter Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) pada debit andalan minimum yang digambarkan pada grafik di bawah ini.



**Gambar 9. Daya Tampung Beban Cemaran  $\text{NO}_3$  Pada Debit Minimum Bila Dibandingkan Dengan Baku Mutu Kelas 1 dan 2**

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa beban cemar Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) masih memenuhi beban cemar Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) yang diijinkan untuk kelas 1 dan 2. Daya tampung beban cemar pada saat debit minimum tidak melebihi beban cemar yang diijinkan sesuai kelas 1 dan 2 sebesar 25,92 kg/hari. Kondisi ini menunjukkan bahwa Sungai Gelis masih memiliki daya tampung beban cemar Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) pada saat debit minimum. Pada segmen 1 kandungan Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) masih cukup rendah. Nitrat yang ada di hulu dapat berasal dari pupuk pertanian yang digunakan disekitar DAS Gelis. Biasanya pupuk yang digunakan mengandung kandungan Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) yang dapat menyuburkan tanaman *Papilionaceae* (suku polong-polongan). Beban cemar Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) maksimum terdapat di akhir segmen 3 pada km 9 sebesar 5,68 kg/hari yang masih memenuhi daya tampung sungai sebesar 25,92 kg/hari. Hal ini disebabkan kurangnya kadar Oksigen ( $\text{O}_2$ ) yang digunakan untuk amonia atau nitrit melakukan proses nitrifikasi sehingga kadar nitrat yang ada pada sungai Gelis saat debit minimum cukup kecil.



**Gambar 10. Daya Tampung Beban Cemar  $\text{NO}_3$  Pada Debit Minimum Bila Dibandingkan Dengan Baku Mutu Kelas 3 dan 4**

Pada grafik diatas, kita dapat mengetahui kondisi daya tampung beban cemar Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) yang dibandingkan dengan baku mutu beban cemar kelas 3 dan 4 masih memenuhi daya tampung yang ditetapkan. Hampir sama dengan kondisi saat dibandingkan dengan baku mutu beban cemar kelas 1 dan 2. Untuk daya tampung kelas 3 dan 4 masih jauh dari batas beban cemar yang diijinkan. Kondisi saat debit sungai minimum tidak mempengaruhi kondisi beban cemar Nitrat menjadi naik.

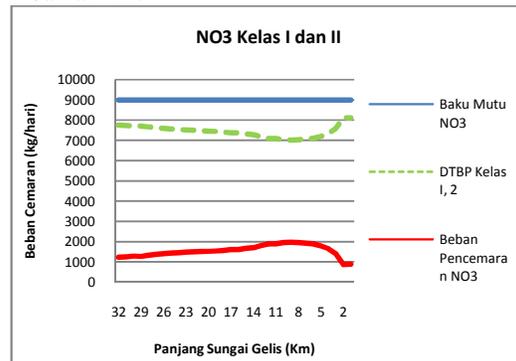
Untuk beban cemar yang diijinkan oleh baku mutu kelas 3 dan 4 sebesar 51,84 kg/hari. Dari semua segmen sungai Gelis berada pada status aman sehingga belum adanya tanda-tanda tercemar yang diakibatkan oleh beban cemar Nitrat ( $\text{NO}_3$ ). Sehingga dapat disimpulkan bahwa beban cemar Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) pada kondisi debit minimum sungai Gelis masih memenuhi baku mutu semua kelas dan masih dapat dikatakan aman.

Pada kondisi debit andalan maksimum untuk parameter Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 4. 1 Baku Mutu Beban Cemar Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) di Setiap Kelas Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001**

Parameter	Satuan	Kelas			
		I	II	III	IV
Debit Maksimum	$\text{m}^3/\text{s}$	10,41	10,41	10,41	10,41
Baku Mutu $\text{NO}_3$	mg/l	10	10	20	20
Beban Cemar Yang Dijinkan	kg/hari	8994,24	8994,24	17988,48	17988,5

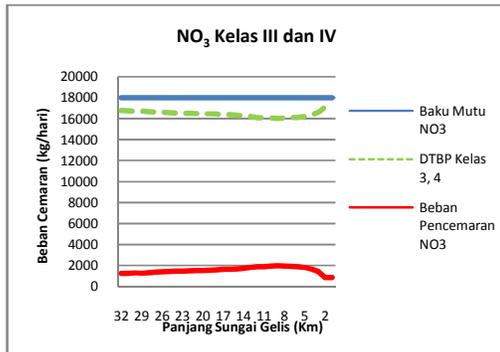
Dari tabel di atas, dapat diketahui Daya tampung yang dimiliki sungai Gelis untuk parameter Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) pada debit andalan maksimum yang digambarkan pada grafik di bawah ini.



**Gambar 11. Daya Tampung Beban Cemar  $\text{NO}_3$  Pada Debit Maksimum Bila Dibandingkan Dengan Baku Mutu Kelas 1 dan 2**

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa beban cemar Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) masih memenuhi beban cemar Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) yang diijinkan untuk kelas 1 dan 2. Daya tampung beban cemar pada saat debit maksimum tidak melebihi beban cemar yang diijinkan sesuai kelas 1 dan 2 sebesar 28.994,24 kg/hari. Kondisi ini menunjukkan bahwa

Sungai Gelis masih memiliki daya tampung beban cemaran Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) pada saat debit maksimum. Pada segmen 1 walaupun banyak lahan pertanian di daerah hulu, namun penggunaan pupuk masih di katakan dalam batas wajar untuk digunakan sehingga kandungan Nitrat ( $\text{NO}_2$ ) juga tidak melebihi daya tampung.



**Gambar 12. Daya Tampung Beban Cemaran  $\text{NO}_3$  Pada Debit Maksimum Bila Dibandingkan Dengan Baku Mutu Kelas 3 dan 4**

Pada grafik diatas, kita dapat mengetahui kondisi daya tampung beban cemaran Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) yang dibandingkan dengan baku mutu beban cemaran kelas 3 dan 4 masih memenuhi daya tampung yang ditetapkan. Kondisi saat debit sungai maksimum tidak mempengaruhi kondisi beban cemaran nitrat menjadi naik. Untuk beban cemaran yang di ijinakan oleh baku mutu kelas 3 dan 4 sebesar 17.988,48 kg/hari. Kondisi beban cemaran tertinggi yang terjadi pada segmen 3 km 9 hanya mendapatkan beban cemaran sebesar 1.969,74 sangat kecil jika kita membandingkan dengan beban cemaran yang terdapat pada kelas 3 dan 4. Penyebab rendahnya Nitrat selain akibat *self purification* adalah akibat penggunaan pupuk yang mengandung Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) berkurang di sekitar segmen 4 karena jenis tanaman yang ditanam di sekitar segmen 4 bukan lah berasal dari jenis tanaman *Papilionaceae* (suku polong-polongan) namun lebih banyak ditanami tanaman jagung. Dari semua segmen sungai Gelis berada pada status aman sehingga belum adanya tanda-tanda tercemar yang diakibatkan oleh beban cemaran Nitrat ( $\text{NO}_3$ ). Sehingga dapat disimpulkan bahwa beban cemaran Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) pada kondisi debit maksimum sungai Gelis masih

memenuhi baku mutu semua kelas dan masih dapat dikatakan aman.

## KESIMPULAN DAN SARAN

1. Berdasarkan perhitungan beban cemaran berdasar beban cemararkan debit andalan minimum selama 10 tahun Nitrit ( $\text{NO}_2$ ) yang tertinggi sebesar 7,34 kg/hari dan yang terendah sebesar 0,41 kg/hari. Beban cemaran Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) yang tertinggi sebesar 5,62 kg/hari dan yang terendah sebesar 3,55 kg/hari. Pada debit andalan maksimum didapatkan beban cemaran Nitrit ( $\text{NO}_2$ ) yang tertinggi sebesar 2545,37 kg/hari dan yang terendah sebesar 143,91 kg/hari. Beban cemaran Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) yang paling tinggi sebesar 1969,74 kg/hari dan yang terendah sebesar 872,44 kg/hari.
2. Berdasarkan perhitungan daya tampung beban cemaran menggunakan model QUAL2E, daya tampung beban cemaran Nitrit ( $\text{NO}_2$ ) pada saat debit andalan maksimum dan minimum tidak memenuhi semua kelas baku mutu Nitrit ( $\text{NO}_2$ ). Daya tampung Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) pada saat debit andalan maksimum dan minimum masih memenuhi semua kelas baku mutu Nitrat ( $\text{NO}_3$ ).
3. Melakukan pengendalian cemaran dengan melakukan perubahan bentuk geometrik sungai seperti perubahan kekasaran DAS sungai ( $n$  manning). Jika  $n$  manning diperkecil maka beban cemaran khususnya nitrit dan nitrat akan mengalami penurunan beban cemaran.  $N$  manning akan mempengaruhi laju aliran air, semakin tinggi laju aliran air semakin tinggi pula nilai oksigen yang ada di dalam air sungai.

## 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.
- \_\_\_\_\_. 2004. Undang – Undang Nomor 07 Tahun 2004 tentang *Sumber Daya 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.
- \_\_\_\_\_. 2011. Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011 tentang *Sungai*. 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. Ghufran. 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.