

ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMAR DI SUNGAI OPAK (KARANGPLOSO - TEGAL) DENGAN QUAL2KW

Nurul Fikri

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
nfikri95@gmail.com

ABSTRAK

Sungai Opak merupakan salah satu sungai yang ada di wilayah Yogyakarta yang dimana sumber pencemarnya berasal dari aktivitas pertanian, limbah domestik dan industri. Perhitungan daya tampung beban pencemar pada Sungai Opak, Kabupaten Bantul dengan hulu di Bendungan Karangploso hingga hilir di Bendungan Tegal dilakukan dengan menggunakan metode QUAL2Kw. Perhitungan daya tampung beban pencemar pada daerah penelitian dibagi menjadi 7 segmen. Parameter yang digunakan untuk perhitungan daya tampung beban pencemarnya yaitu BOD, COD, TSS, nitrat, dan fosfat. Perhitungan daya tampung beban pencemar dihitung dengan simulasi dengan skenario yaitu kondisi eksisting, kondisi beban maksimal dan minimal. Pada segmen 1 parameter yang telah melebihi daya tampung beban pencemarnya yaitu hanya pada BOD sebesar 2,26 ton/hari. Pada segmen 2 yang telah melebihi yaitu parameter BOD sebesar 17,22 ton/hari; COD sebesar 22,33 ton/hari; dan TSS sebesar 76,07 ton/hari. Segmen 3 dan 7 telah melebihi daya tampung beban pencemarnya di semua parameternya. Pada segmen 4 semua parameter telah melebihi kecuali parameter nitrat. Segmen 5 dan 6 hanya pada parameter BOD dan TSS saja telah melebihi. Perhitungan penurunan terhadap parameter yang telah melebihi daya tampung beban pencemarnya yaitu pada segmen 1, 2, 4, dan 6 terhadap parameter BOD, COD, TSS, dan fosfat. Kemudian untuk segmen 3 dan 7 semua parameter dilakukan penurunan daya tampung beban pencemarnya. Pada segmen 5 dilakukan penurunan terhadap parameter BOD sebesar 36,54 ton/hari; COD sebesar 49,53 ton/hari; dan TSS sebesar 595,84 ton/hari

Kata kunci: Sungai Opak, QUAL2Kw, daya tampung beban pencemar

ABSTRACT

Opak river is one of rivers in Yogyakarta where activity generated contamination from agricultural, domestic waste and industrial activities. The measurement of pollution load capacity in Opak River segmentation Bantul District from the upstream at Karangploso Dam until the downstream at Tegal Dam by using QUAL2Kw method. It was conducted by dividing segments became 7 segments. It used BOD, COD, TSS, nitrate, and phospat as the parameters. The measurement of pollution could be measured from each side and from the simulation of scenario with eksisting condition, maximal and minimal condition. In the segment 1, it had increased the pollution load capacity which consisted of 2,26 ton/day of BOD parameter. In the segment 2, It has increased the pollution load capacity which were 17,22 ton/day of BOD; 22,33 ton/day of COD; and 76,07 ton/day of TSS. In the segment 3 and 7, it has increased the pollution load capacity with the large number on all of the parameters. In the segment 4, it had increased the pollution load capacity was in all parameters except nitrate. In the segment 5 and 6, it has increased the pollution load capacity which was in the BOD and TSS parameters. It was exaggerated in the segments 1, 2, 4, and 6 which were on BOD, COD, TSS, and phospat parameters. Then for segments 3 and 7, all the parameters of pollution load capacity were exaggerated. In the segment 5 was conducted for BOD 36,54 ton/day; COD 49,53 ton/day; and 595,84 ton/day.

Keywords: Opak River, QUAL2KW, Pollution Capacity

PENDAHULUAN

Menurut Sarengat dkk (2015) berdasarkan penelitian dan hasil analisa tersebut Sungai Opak dengan kualitas air sungai secara umum

masih cukup baik. Apabila dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2008 untuk kelas II di Daerah Istimewa Yogyakarta, maka seperti sungai-sungai lainnya hampir seluruh parameternya

memenuhi baku mutu tersebut. Perlunya dilakukan perhitungan daya tampung beban pencemar yang terkait dengan nilai yang menggambarkan kemampuan dari sumber air untuk menerima suatu beban pencemar dari berbagai sumber pencemar tiap menjadikan sumber air tersebut ikut tercemar. Seberapa besar beban maksimal pencemar yang dapat ditampung oleh Sungai Opak dengan berbagai macam pencemar yang masuk pada sungai tersebut.

Perhitungan nilai daya tampung pada suatu sungai memiliki ketekaitan antara faktor yang sangat kompleks sehingga perhitungan belum dapat dilakukan secara langsung. Penyederhanaan dari kompleksitas perhitungan daya tampung di Sungai Opak dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi QUAL2Kw. QUAL2Kw merupakan metode pemodelan numerik yang dapat menggambarkan kondisi kualitas air sungai (Abdi, 2011). Dengan aspek terkait yang harus dipertimbangkan dalam penentuan nilai daya tampung salah satunya adalah penggunaan parameter kunci. Penggunaan parameter kunci diharapkan mampu mengurangi biaya pemantauan dan analisis data serta mempermudah dalam proses penelitian (Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah pemodelan dengan menggunakan pemodelan numerik yaitu *software* QUAL2Kw. Metode pemodelan numerik adalah teknik yang digunakan untuk memformulasikan persoalan nyata yang ada di lapangan secara matematis.

2.1 Lokasi Penelitian

Sungai Opak merupakan sungai yang terletak di sebelah selatan dari lereng Gunung Merapi dan bermuara di Pantai Parang Tritis Kabupaten Bantul. Alirannya melintasi Kabupaten Sleman dan Kabupaten Bantul.

Sungai Opak memiliki panjang sungai sekitar ± 65 km dengan luas DAS.

Penelitian kemampuan daya tampung beban pencemar di Sungai Opak akan tetapi penggal atau daerah administrasi penelitian dibatasi. Adapaun daerah administrasi penelitian yaitu daerah Kabupaten Bantul dimulai dari titik nol atau hulu penelitian di Bendungan Karangploso, Kecamatan Piyungan sampai dengan Bendungan Tegal, Kecamatan Imogiri atau hilir dari penelitian. Dengan dilakukan pembagian segmen sungai berdasarkan dari kondisi hidrolik (kecepatan aliran air, kedalaman), masukan dari anak sungai dan adanya terjunan di sepanjang aliran sungai.

2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dapat dibagi menjadi data primer dan data sekunder. Untuk data primer yang didapatkan berupa data hidrolik (debit, kecepatan aliran, dan kedalaman), kecepatan angin, temperatur serta sumber pencemar *point source*. Sedangkan data sekunder berupa peta rupa bumi dan kualitas air Sungai Opak.

2.3 Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh dari data primer dan sekunder kemudian akan diolah dan dimasukkan dalam pemodelan QUAL2Kw. Berikut merupakan tahapan-tahapan dalam pengolahan data:

- a. Input Data Pemodelan QUAL2Kw
Data hasil pengukuran di lapangan dan hasil sampling kualitas air yang telah dilakukan selanjutnya diinput ke dalam program QUAL2Kw. Adapun data yang diinput pada model QUAL2Kw berdasarkan *sheet* yang telah tersedia di program QUAL2Kw
- b. Kalibrasi Data
Uji kalibrasi atau uji kemampuan prakiraan model untuk memperoleh nilai variabel-variabel dalam model

yang umumnya yang bersifat spesifik lokasi. Untuk pemodelan transport kontaminan dalam air sungai. Proses kalibrasi dilakukan dengan cara coba ulang atau *trial and error* terhadap parameter-parameter kualitas air.

c. Validasi Data

Uji validasi atau verifikasi adalah untuk menguji model matematis tersebut masuk akal atau tidak. validasi data apabila data menunjukkan “ya” adalah validasi model dilakukan dengan kriteria statistik yaitu uji kesesuaian model yang dihasilkan dengan data kualitas air yang sebelumnya diinput dalam proses pemodelan memenuhi kriteria uji, berarti model signifikan untuk digunakan. Apabila “tidak” sesuai maka validasi model dilakukan berbeda antara pengukuran lapangan dengan hasil model tidak memenuhi kriteria uji, dengan demikian model secara signifikan tidak bisa digunakan. Berikut adalah rumus perhitungan uji validasi.

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{n} \left[\sum_{n=1}^n \left(\frac{St - At}{At} \right)^2 \right]} \times 100\%$$

Dimana,

RMSPE : Root Mean Square Percent Error

St : Nilai simulasi pada waktu t

At : Nilai aktual pada waktu t

N : Jumlah pengamatan
(t=1,2,...,n)

2.4 Simulasi Model

Simulasi model yang telah terkalibrasi dengan baik dimodifikasi untuk melihat variable-variabel dalam menghasilkan output yang diinginkan. Untuk melakukan pengolahan pencemaran di badan air sungai, maka perlu dibuat simulasi strategi penurunan beban cemar dan diolah dengan menggunakan model QUAL2Kw. Simulasi model QUAL2Kw dilakukan dengan 3 skenario yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Skenario Model QUAL2Kw

Skenario	Kualitas Air di Hulu	Sumber Pencemar	Kualitas Air Sungai
1	Eksisting	Eksisting	Model
2	Eksisting	<i>Trial & error</i>	BMA Kelas II
3	Eksisting	Tidak ada pencemar	Model

2.5 Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP)

Perhitungan daya tampung pencemar beban di Sungai Opak merupakan nilai dari kemampuan badan air menerima beban pencemar yang masuk dan beban maksimum toleransi oleh badan penerima. Dimana beban

cemaran perhari dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$BP = \text{Debit} \left(\frac{L}{\text{detik}} \right) \times \text{Konsentrasi} \left(\frac{\text{mg}}{L} \right)$$

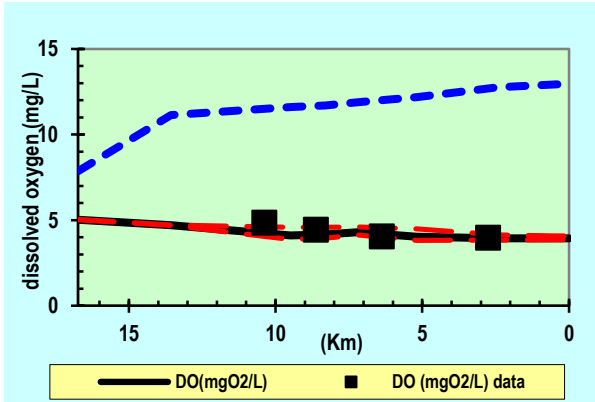
$$= \frac{\text{Beban Pencemar} \times \left(\frac{\text{mg}}{L} \right) \times 86.400}{1000000}$$

Setelah dihitung beban pencemar perhari dengan menggunakan skenario 3 dan skenario 2. Dari kedua skenario tersebut didapatkan hasil berupa debit dan besarnya konsentrasi beban pencemar di setiap segmen. Adapun rumus daya tampung sebagai berikut.

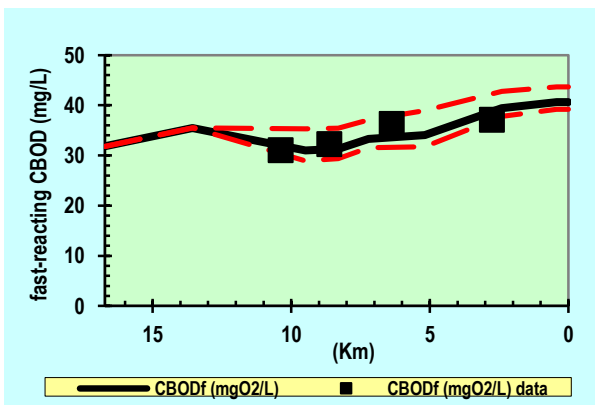
$$\text{Daya Tampung} = \frac{\text{Beban Pencemar Maksimal (Skenario 2)} - \text{Beban Pencemar Minimal (Skenario 3)}}{\dots}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

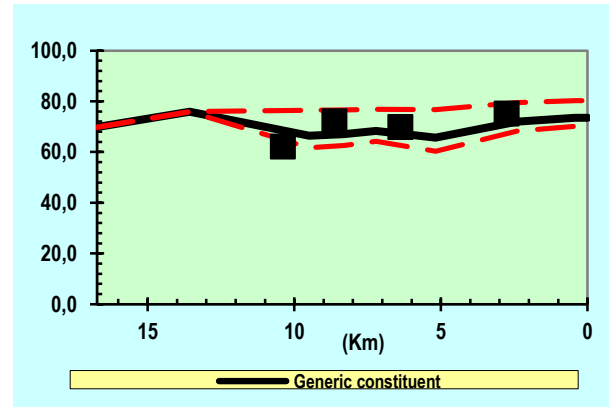
Merupakan simulasi sesuai dengan kondisi eksisting di lapangan pada tahun 2017, dimana data hulu yang dimasukkan berdasarkan kondisi eksisting dan data yang diinput sesuai hasil dari pembentukan model. Skenario 1 memasukkan nilai *point source* yang masuk ke badan sungai Opak. Data yang diinput merupakan data kualitas air dengan parameter DO, BOD, COD, TSS, nitrat, dan fosfat. Hasil simulasi skenario 1 dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



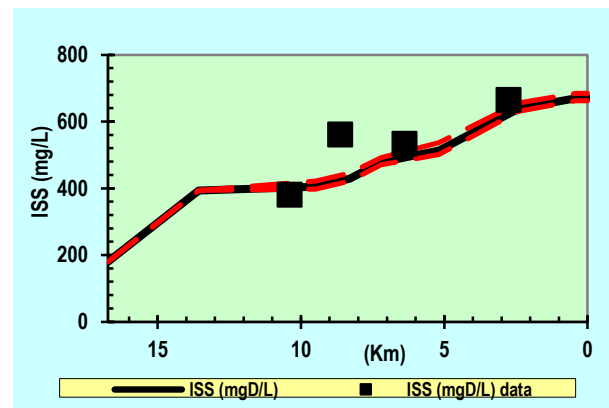
Gambar 3.1 Grafik Model Parameter DO



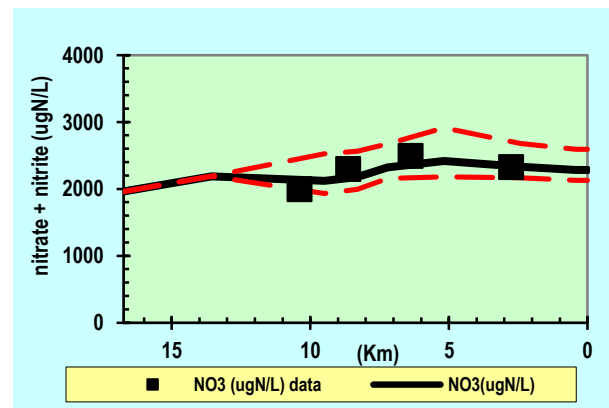
Gambar 3.2 Grafik Model Parameter BOD



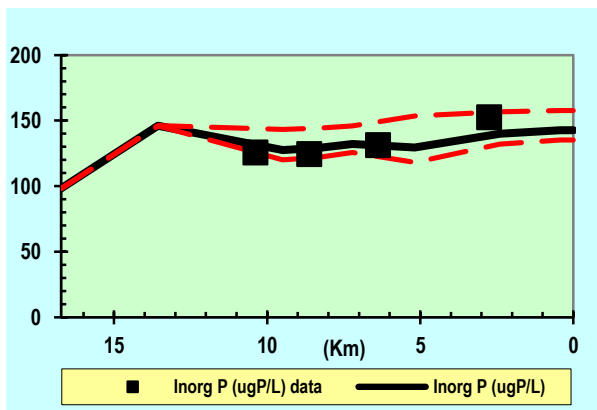
Gambar 3.3 Grafik Model Parameter COD



Gambar 3.4 Grafik Model Parameter TSS



Gambar 3.5 Grafik Model Parameter Nitrat



Gambar 3.6 Grafik Model Parameter Fosfat

Hasil skenario 1 pada model parameter DO menunjukkan semakin ke hilir nilai DO semakin rendah. Hal tersebut dapat diindikasikan banyaknya akumulasi sumber pencemar yang masuk sehingga nilai DO di hilir semakin menurun. Penurunan nilai DO terdapat pada 3 segmen terakhir yaitu segmen 5, 6, dan 7. Nilai BOD dari hulu ke hilir mengalami kenaikan dengan nilai BOD paling tinggi yaitu segmen 3, 6, dan 7. Ketiga segmen tersebut mengalami peningkatan BOD dapat diindikasikan dari segmen 3 akumulasi dari segmen sebelumnya dengan masukan limbah sumber pecemar *point source* dan pada segmen 1 dan 2 dimana kondisi disekitar bantaran sungai daerah padat permukiman. Untuk nilai COD pada masing-masing segmen mengalami kenaikan dan penurunan dengan nilai COD tertinggi yaitu pada daerah segmen 7 dengan indikasi bahwa segmen tersebut telah terakumulasi oleh segmen-segmen sebelumnya.

Kemudian untuk parameter TSS yang memiliki konsentrasi yang telah jauh melebihi batas baku mutu sungai dengan nilai tertinggi terdapat pada segmen 2 dan 3. Parameter TSS sendiri meningkat di sungai dikarenakan oleh pelapukan batu, sedimentasi air sungai yang banyak mengandung endapan lumpur serta pasir halus dari jasad-jasad renik. Pada segmen 2 adanya masukan dari sumber pencemar *point source* dapat diindikasikan memiliki nilai TSS yang tinggi sehingga pada

segmen tersebut memiliki nilai TSS paling tinggi. Nilai fosfat dan nitrat pada masing-masing segmen memiliki nilai yang masih dibawah batas baku mutu kelas II sungai. nilai konsentrasi nitrat dan fosfat terbesar terdapat pada segmen 3 dibandingkan dengan segmen-segmen yang lain.

Simulasi dengan skenario 2 dilakukan dengan mengansumsikan kondisi air kualitas air di hulu hingga hilir pada penelitian dengan didasarkan nilai parameter kualitas air sesuai dengan baku mutu badan air kelas II menurut Peraturan Gubernur DIY Nomor 20 Tahun 2008. Skenario ini dilakukan dengan cara mengubah-ubah (*trial and error*) yang dilakukan terhadap *point source* maupun *non-point source*.

Pada skenario 3 dilakukan simulasi dengan mengansumsikan kondisi kualitas air yang ada di hulu hingga hilir pada penelitian tidak adanya beban pencemar yang masuk ke Sungai Opak. Kondisi di hulu diasumsikan telah memenuhi baku mutu air kelas II sesuai dengan Peraturan Gubernur DIY Nomor 20 Tahun 2008 dimana kondisi sungai awal tanpa beban pencemar masuk. Debit *inflow* beban pencemar pada *point source* yang masuk dihilangkan.

Penentuan Daya Tampung Beban Pencemar

Analisis hasil penelitian dilakukan setelah simulasi berdasarkan skenario yang diinginkan. Dengan menentukan daya tambung beban pencemar yang ada di Sungai Opak menggunakan model simulasi kualitas air. Beban pencemar Sungai Opak merupakan jumlah suatu pencemar yang terkandung dalam jumlah air atau limbah yang ditentukan dengan hasil pengujian terukur pada kondisi eksisting. Perhitungan beban pencemar dapat dihitung berdasarkan masing-masing ruas yang didapat dari hasil perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

Tabel 3.1 Daya Tampung Beban Pencemar di Sungai Opak

Segmen	Jarak		BOD	COD	TSS	Nitrat	Fosfat
	(km)		(ton/hari)	(ton/hari)	(ton/hari)	(ton/hari)	(ton/hari)
1	16,73	15,88	-2,26	15,03	25,62	10,91	0,20
2	15,88	12,77	-17,22	-22,33	-76,07	4,66	0,02
3	12,77	10,33	-17,00	-33,95	-212,43	-0,40	-0,05
4	10,33	8,71	-10,96	-19,21	-151,36	1,15	0,00
5	8,71	8,15	-0,71	9,22	-16,81	5,93	0,13
6	8,15	6,33	-10,15	12,99	-83,24	12,90	0,24
7	6,33	0,00	-134,79	-210,75	-1394,00	-0,85	-0,31

Berdasarkan hasil perhitungan Tabel 3.1 dapat dilihat daya tampung beban pencemar yang ada di Sungai Opak untuk parameter BOD, COD, TSS, nitrat, dan fosfat. Dari tabel tersebut menunjukkan daya tampung beban pencemar parameter BOD telah melebihi batas daya tampungnya. Nilai terbesar terdapat pada segmen 7 dengan melebihi batas daya tampung sebesar 134,7898 ton/hari. Segmen 7 pada Sungai Opak daerah penelitian memiliki panjang segmen diantara segmen-segmen yang lainnya. Dimana di segmen 7 ini adanya sumber pencemar yang masuk dari Sungai Code yang memiliki nilai

konsentrasi BOD tinggi sebagai sumber pencemar.

Penurunan Beban Pencemar dan Pengolahan

Penentuan daya tampung beban pencemar di Sungai Opak dapat dilakukan penurunan beban pencemar dengan upaya pelestarian sumber daya air sungai yang dapat dilakukan untuk menurunkan beban pencemarannya dengan dapat meningkatkan kualitas air sungai tersebut dan daya tampungnya. Berikut Tabel 4.20 perhitungan strategi penurunan beban pencemar yang dapat dilakukan berdasarkan segmentasi di sungai tersebut.

Tabel 3.2 Penurunan Beban Pencemar

Segmen	Jarak		BOD	COD	TSS	Nitrat	Fosfat
	km		(ton/hari)	(ton/hari)	(ton/hari)	(ton/hari)	(ton/hari)
1	16,73	15,88	48,45	75,88	555,12	0	0
2	15,88	12,77	66,47	75,31	444,92	0	0,07
3	12,77	10,33	122,71	42,37	312,66	0,75	0,07
4	10,33	8,71	44,95	38,37	379,45	0	0,04
5	8,71	8,15	36,54	49,53	595,84	0	0
6	8,15	6,33	331,08	117,64	1472,55	0	0,001
7	6,33	0	350,11	258,96	1902,90	1,82	0,40

Strategi pengolahan terhadap daya tampung beban pencemar yang masuk ke Sungai Opak dapat dilakukan dengan pengevaluasian daya tampung beban pencemar dengan pemantauan air sungai

secara berkala terhadap masukan dari sumber pencemar baik dari domestik maupun limbah industri yang dibuang secara langsung ke badan sungai. Dengan dilakukan pemantauan

terhadap instansi yang membuang secara langsung limbah ke sungai dengan himbuan tantang pengolahan limbah kepada pihak terkait. Sedangkan untuk limbah domestik dapat dilakukan dengan meningkatkan kesadaran masyarakat terkait dengan kesehatan dan kebersihan yang ada disepanjang aliran Sungai Opak. Peran penting dari pemerintahan sebagai pihak tertinggi atas kebijakan yang mengatur dalam pengolahan sungai untuk menggerakkan upaya pengolahan sungai dan pengendalian pencemaran.

Sungai Opak sendiri memiliki beberapa bendungan disepanjang alirannya. Dalam penggal sungai yang diambil sebagai studi penelitian terdapat 4 bendungan buatan. Dimana bendungan ataupun terjunan bertujuan sebagai penahan laju aliran agar dapat mengatur debit laju aliran sungai. Debit sangat berpengaruh terhadap kemampuan sungai dalam menampung beban pencemaran. Dengan adanya debit yang diatur serta kontinyu maka dapat digunakan sungai tersebut untuk melakukan proses alamiah sungai dalam pemulihan diri.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kemampuan daya tampung beban pencemar yang ada di Sungai Opak di setiap segmen dengan parameter pencemarnya berbeda-beda. Pada segmen 1 hanya parameter BOD saja telah melebihi daya tampung beban pencemarnya sebesar 2,26 ton/hari. Pada segmen 2 yang melebihi yaitu parameter BOD sebesar 17,22 ton/hari; COD sebesar 22,33 ton/hari; dan TSS yaitu 76,07 ton/hari. Kemudian segmen 3 dan 7 yang melebihi daya tampung beban pencemar yaitu dikeseluruhan

parameter. Segmen 4 semua parameternya telah melebihi daya tampung beban pencemar kecuali pada parameter nitrat. Segmen 5 dan 6 telah melebihi daya tampung beban pencemarnya hanya parameter BOD dan TSS (dengan nilai di segmen 5 sebesar 0,70 ton/hari BOD dan 16,81 ton/hari TSS sedangkan segmen 6 sebesar 10,15 ton/hari BOD dan 83,23 ton/hari TSS).

2. Penurunan daya tampung beban pencemar dilakukan pada segmen sebagai berikut:

- Segmen 1: BOD sebesar 48,45 ton/hari; COD sebesar 75,88 ton/hari; dan TSS sebesar 555,12 ton/hari.
- Segmen 2: BOD sebesar 66,47 ton/hari; COD sebesar 75,31 ton/hari; TSS sebesar 444,92 ton/hari dan fosfat sebesar 0,07 ton/hari.
- Segmen 3: BOD sebesar 122,71 ton/hari; COD sebesar 42,37 ton/hari; TSS sebesar 312,66 ton/hari; nitrat sebesar 0,75 ton/hari; fosfat sebesar 0,07 ton/hari
- Segmen 4: BOD sebesar 44,95 ton/hari; COD sebesar 38,37 ton/hari; TSS sebesar 379,45 ton/hari; dan fosfat sebesar 0,04 ton/hari.
- Segmen 5: BOD sebesar 36,54 ton/ hari; COD sebesar 49,53 ton/hari; dan TSS sebesar 595,84 ton/hari.
- Segmen 6: BOD sebesar 331,08 ton/hari; COD sebesar 117,634 ton/hari; TSS sebesar 1472,55 ton/hari dan fosfat sebesar 0,001 ton/hari.
- Segmen 7: BOD sebesar 350,11 ton/hari; COD sebesar 258,96

ton/hari; TSS sebesar 1902,90 ton/hari; nitrat sebesar 1,82 ton/hari; fosfat 0,40 ton/hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, Zuchri. 2011. *Kajian Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Batanghari Pada Penggal Gasiang – Sungai Langkok Provinsi Sumatera Barat*. Tesis. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010. *Penetapan Mutu Air Serta Arah Kebijakan Pengendalian Pencemaran Air Dalam*.
- Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 20 Tahun 2008. *Tentang Baku Mutu Air di Provinsi D.I Yogyakarta*.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. *Menjelaskan Pengelolaan Kualitas Air Dilakukan Untuk Menjamin Kualitas Air Yang Diinginkan Sesuai Pertukarannya Agar Tetap Dalam Kondisi Alaminya*.
- Oliveira, B., Bola J., Quinteiro, P., Nadais H., dan Arroja, L. 2012. *Application of QUAL2Kw Model as a Tool for Water Quality Management: Certima River as a Case Study*: Environ Monit Assess. Vol 184: 6197-6210.
- Pelletier, G., dan Chapra, S. 2008. *QUAL2Kw Theory and Documentation*, Washington: Environmental Assessment Program Olympia.
- Sarengat, Nursami., dkk. 2015. *Kajian Potensi Pencemaran Industri Pada Lingkungan Perairan di Daerah Istimewa Yogyakarta*. ISSN:2477-3298.