

STUDI PENENTUAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN SUNGAI BRANTAS RUAS KOTA MALANG DENGAN MENGGUNAKAN PAKET PROGRAM QUAL2KW

Abdul Harist Fajaruddin¹, Moh Sholichin, Tri Budi Prayogo²

¹Mahasiswa Program Sarjana Teknik Pengairan Universitas Brawijaya

²Dosen Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Teknik Pengairan Universitas Brawijaya-Malang, Jawa Timur, Indonesia
Jalan MT. Haryono 167 Malang 65145, Indonesia
e-mail: aculharist@gmail.com

ABSTRAK: Sungai Brantas merupakan salah satu sungai utama yang menjadi sumber perairan bagi masyarakat di Jawa Timur. Sungai ini bersumber di Desa Sumber Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Seiring berjalannya waktu terjadilah alih fungsi lahan dimana lahan pada area tersebut berubah dari area pertanian menjadi area pemukiman. Dari data kualitas air yang ada, dapat dilihat bahwa beberapa parameter kualitas air telah melampaui baku mutu kelas II yang telah ditetapkan. Untuk itulah perlu dilakukan perhitungan beban pencemaran dan daya tampungnya. Untuk menganalisa parameter kualitas air tersebut di sepanjang aliran sungai, maka diperlukan suatu metode kontrol yang secara ekonomis dan teknis dapat dipertanggungjawabkan, salah satu metode tersebut adalah dengan cara model simulasi kualitas air menggunakan paket program QUAL2Kw. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi eksisting, jumlah beban pencemaran, besar daya tampung beban pencemarannya Sungai Brantas ruas Kota Malang dimulai dari Jembatan Pendem hingga Jembatan Bumiayu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini antara lain; segmentasi; kalibrasi; verifikasi; simulasi; perhitungan beban pencemaran dan daya tampung beban pencemaran. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah nilai beban pencemaran yang paling besar terdapat pada reach kedua untuk semua parameter yaitu 609,846 kg/hari untuk TSS, 152,669 kg/hari untuk BOD, dan 995,976 kg/hari untuk COD. Nilai daya tampung yang paling tinggi untuk semua parameter terletak pada reach kedua sebesar 584,340 kg/hari untuk TSS, 127,164 kg/hari untuk BOD, dan 910,958 kg/hari untuk COD.

Kata Kunci: QUAL2Kw, Sungai Brantas, Beban Pencemaran, Daya Tampung Beban Pencemaran.

ABSTRACT: Brantas River is one of the main river that the source of waters for people in East Java. This river was begin from Sumber Brantas Village, Bumiaji District, Batu City. Recently, there was a land conversion from the agricultural area to the settlement areas. From the existing water quality data, it was showed that some parameters of water quality have exceeded the established quality standard class II. Therefore it was need to calculate the pollution load and its capacity. o analyze the water quality parameters along the river flow, it is necessary to have a control method which economically and technically can be accounted for, one such method is by water quality simulation using QUAL2Kw program. This study aims to determine the existing condition, the amount of pollution load, the pollution and load capacity in Brantas River of Malang City starting from Pendem Bridge to Bumiayu Birdge. The method used in this research; segmentation; calibration; verification; simulation; calculation of pollution load and pollution load capacity. The results obtained from this study are the largest pollution load value found at the second reach for all parameters, is 609,846 kg/day for TSS, 152,669 kg/day for BOD, and 995,976 kg/day for COD. The highest rated capacity for all parameters lies in the secod reach of 584,340 kg/day for TSS, 127,164 kg/day for BOD, and 910,958 kg/day for COD.

Keywords : QUAL2Kw, Brantas River, Pollution Load, Pollution Load Capacity

PENDAHULUAN

Sungai adalah alur atau wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan

dibatasi kanan dan kiri oleh garis sempadan. (Pemerintah Republik Indonesia, 2011)

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan dan perikehidupan manusia, serta untuk memajukan kesejahteraan umum, sehingga merupakan modal dasar dan faktor utama pembangunan. Untuk melestarikan fungsi air perlu dilakukan pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air secara bijaksana dengan memperlihatkan kepentingan generasi sekarang dan generasi mendatang serta keseimbangan ekologis. Untuk menjaga atau mencapai kualitas air sehingga dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan sesuai dengan tingkat mutu air yang diinginkan, maka perlu upaya pelestarian dan atau pengendalian. Pelestarian kualitas air merupakan upaya untuk memelihara fungsi air agar kualitasnya tetap pada kondisi yang sesungguhnya atau alamiah. Pengendalian pencemaran air dilakukan untuk menjamin kualitas air agar sesuai dengan baku mutu air melalui upaya pencegahan dan juga penanggulangan pencemaran air serta pemulihan kualitas air. (Pemerintah Republik Indonesia, 2001).

Badan Lingkungan Hidup (BLH) Jawa Timur menyebutkan penyebab tercemarnya air di Sungai Brantas didominasi oleh limbah domestik, dilihat dari kadungan Dissolve Oksigen (DO), nilainya dibawah 4 mg/liter. Dampaknya makhluk hidup di aliran Sungai Brantas banyak yang mati. Hal itu banyak terjadi di kawasan tengah hingga hilir Sungai Brantas. Demikian halnya bila dilihat dari Biologi Oksigen Demand (BOD) dan Chemical Oksigen Demand (COD). (Ani Nursalikhah, 2016)

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengendalikan kualitas air sungai adalah dengan menghitung daya tampung beban pencemarannya. Dalam penelitian ini akan dilakukan perhitungan beban pencemaran serta daya tampung beban pencemaran sungai

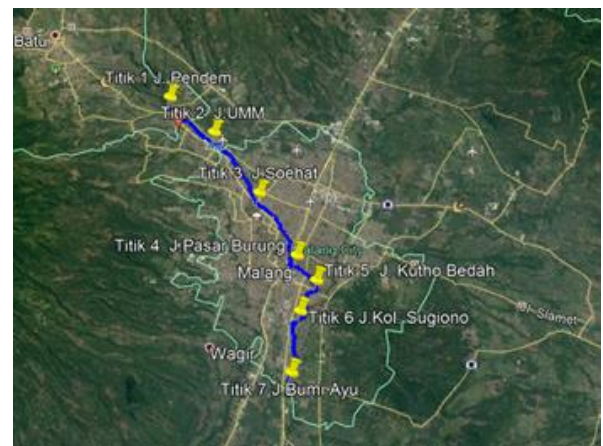
menggunakan aplikasi QUAL2Kw. Parameter-parameter yang akan diteliti antara lain BOD, COD, DO, TSS, pH, dan Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$). Parameter-parameter ini dipilih karena telah melampaui baku mutu yang telah ditetapkan sesuai dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 61 Tahun 2010.

METODOLOGI

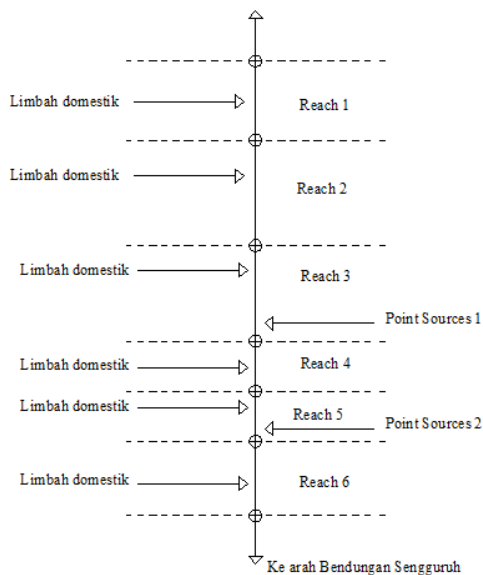
Kota Malang merupakan kota yang terletak di Provinsi Jawa Timur, letaknya yang berada ditengah-tengah wilayah Kabupaten Malang secara astronomis terletak $112,06^\circ - 112,07^\circ$ Bujur Timur dan $7,06^\circ - 8,02^\circ$ Lintang Selatan dengan luas wilayah $252,1 \text{ km}^2$, Lokasi penelitian ini dimulai dari Jembatan Pendem hingga Jembatan Bumiayu sepanjang 21,57 km (Gambar 1).

Data – Data Penelitian

1. Data peta wilayah Sungai Brantas Ruas jemabatan Pendem sampai Jembatan Bumiayu yang didapat dari BARENLITBANG Kota Malang.
2. Data parameter kualitas air yang didapat dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Malang.
3. Data klimatologi yang didapat dari BMKG Karangploso.
4. Data hidrolika seperti debit, kecepatan, dan kedalaman sungai.



Gambar 1. Lokasi Wilayah Studi
Sumber: Google Earth (2017)



Gambar 2. Segmentasi di Sungai Brantas Ruas Kota Malang
Sumber: Autocad (2017)

Langkah – Langkah Studi

Adapun langkah-langkah studi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data-data sekunder maupun primer.
2. Segmentasi dilakukan dengan membagi daerah penelitian menjadi 6 *reach*.
3. Pembangunan model dilakukan dengan memasukkan data ke dalam program.
4. Kalibrasi yang dilakukan dengan memasukkan koefisien berupa angka manning dan parameter-parameter kualitas air lainnya.
5. Simulasi yang dilakukan pada penelitian ini ada 4 yaitu :

Tabel 1. Skenario simulasi

Simulasi	Kondisi Air di Hulu	Kondisi Sumber Pencemar	Kondisi Air Sungai (Hilir)
1	Baku Mutu Air Kelas II	Tanpa Point sources	Model
2	Baku Mutu Air Kelas II	<i>Trial and Error</i>	Baku Mutu Air Kelas II
3	Baku Mutu Air Kelas II	<i>Trial and Error Point Sources</i>	Baku Mutu Air Kelas II
4	Prediksi Tahun 2022	Nilai maksimum baku mutu limbah domestik	Model

Sumber : Hasil Perencanaan

6. Perhitungan beban pencemaran.
7. Perhitungan daya tampung beban pencemaran.

Beban Pencemaran

Beban pencemaran adalah jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung didalam air atau air limbah (Pemerintah Republik Indonesia, 2001). Beban pencemaran sungai dapat disebabkan oleh adanya aktivitas industri, pemukiman, dan pertanian. Beban pencemaran sungai dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Mitsch & Goesselink, 1993):

$$BPS = (Cs)_j \times Q_s \times f \quad (1)$$

Keterangan:

BPS = Beban Pencemaran Sungai (kg/hari)

$(Cs)_j$ = kadar terukur sebenarnya unsur pencemar j (mg/l)

Q_s = debit air sungai (m^3 /hari)

F = factor konversi

$$\frac{1 \text{ kg}}{1.000.000 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} \times 86400 \text{ detik} = 86,4$$

Daya Tampung Beban Pencemaran

Dalam rangka upaya pengendalian pencemaran air ditetapkan daya tampung beban pencemaran air pada sumber air. Daya tampung beban pencemaran adalah kemampuan air pada suatu sumber air, untuk menerima masukan beban pencemaran tanpa mengakibatkan air tersebut menjadi cemar. Penetapan daya tampung beban pencemaran dilakukan secara berkala sekurang-kurangnya lima tahun sekali (Pemerintah Republik Indonesia, 2001). Perhitungan daya tampung beban pencemaran diperlukan untuk mengendalikan zat pencemar yang berasal dari berbagai sumber pencemar yang masuk ke dalam sumber air dengan mempertimbangkan kondisi intrinsik sumber air dan baku mutu air yang ditetapkan (Metcalf & Eddy, 2003). Beban pencemaran dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$DTBP = \text{Beban Penuh} - \text{Beban minimum (kg/hari)} \quad (2)$$

Keterangan :

$$DTBP = \text{Daya Tampung Beban Pencemaran (kg/hari)} \quad (3)$$

QUAL2Kw

Metode komputasi dengan program QUAL2Kw merupakan metode simulasi dengan bantuan program komputer. Metode ini lebih komprehensif dalam pemodelan kualitas air sungai. Pada dasarnya model ini menerapkan teori Streeter-Phelps dengan mengakomodasi banyaknya sumber pencemar yang masuk ke dalam sistem sungai, karakteristik hidrolik sungai, dan kondisi klimatologi (Maghfiroh, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, Sungai Brantas dari Temas hingga Dadaprejo sepanjang 8,3 km dibagi menjadi 3 segmen dan 4 titik pantau di masing-masing desa/kelurahan. Titik pantau ini telah ditentukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Batu.

Tabel 2. Pembagian *Reach* Sungai Brantas

Reach	Panjang (km)	Elevasi	
		Hulu (m)	Hilir (m)
Pendem - UMM	3,76	624	550
UMM - Soekarno Hatta	5,00	550	492
Soekarno Hatta - Pasar Burung	4,53	492	443
Pasar Burung - Kutho Bedah	2,38	443	420
Kutho Bedah - Kolonel Sugiono	2,38	420	413
Kolonel Sugiono - Bumi Ayu	3,52	413	412

Sumber: Hasil Pengamatan

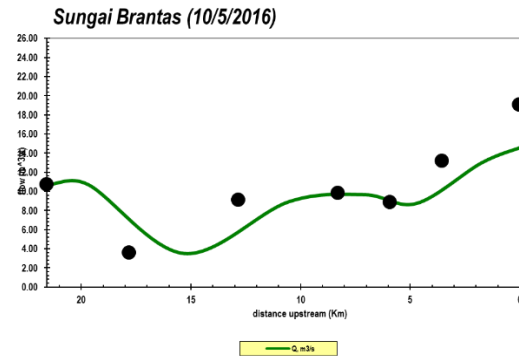
Kalibrasi Model

Setelah dilakukan segmentasi, perlu dilakukan kalibrasi model. Hal ini dilakukan agar model mendekati data input yang telah dimasukkan ke dalam program karena adanya perbedaan waktu dan variasi data. Faktor penting dalam kalibrasi model adalah penentuan koefisien model yang meliputi koefisien-koefisien reaksi dari setiap parameter. Kalibrasi model dibagi menjadi 2 yaitu kalibrasi data hidrolik dan kalibrasi data kualitas air.

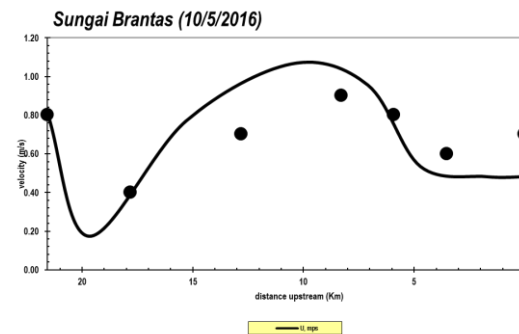
Trial and error dilakukan dengan uji coba pada model kalibrasi yang bertujuan membandingkan data prediksi model dengan hasil pengamatan. Dengan kata lain, model kalibrasi mendekati data

kualitas air hasil dari pengamatan. Pada kalibrasi data hidrolik *Trial and error* yang dilakukan pada *manning formula* dalam *worksheet reach*, sedangkan kalibrasi data kualitas air pada *worksheet reach rates*.

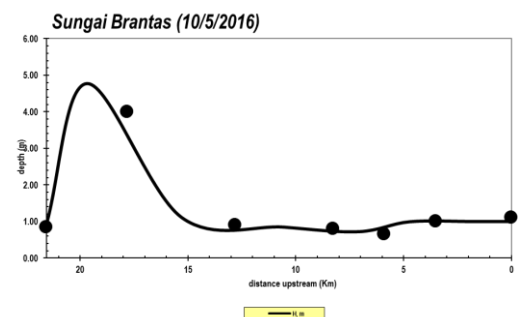
a. Kalibrasi Model Hidrolika



Gambar 3. Perbandingan Debit Aliran Model dan Data



Gambar 4. Perbandingan Kecepatan Model dan Data



Gambar 5. Perbandingan Kedalaman Model dan Data

Tabel 3. Kesalahan Relatif Debit

Titik	Q(data)	Q(model)	Kesalahan Relatif
	m ³ /s	m ³ /s	
1	10.659	10.70	0.37%
2	3.550	3.50	1.41%
3	9.072	8.91	1.79%
4	9.792	9.65	1.45%
5	8.840	8.74	1.13%
6	13.140	12.96	1.37%
7	19.019	14.56	23.44%
Rata-rata			4.42%

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4. Kesalahan Relatif Kedalaman

Titik	H(data)	H(model)	Kesalahan Relatif
	m	m	
1	0.85	0.91	7.55%
2	4.00	4.77	19.16%
3	0.90	1.12	24.22%
4	0.80	0.85	6.13%
5	0.65	0.72	11.29%
6	1.00	1.00	0.18%
7	1.10	1.01	8.43%
Rata-rata			11.00%

Sumber : Hasil Perhitungan

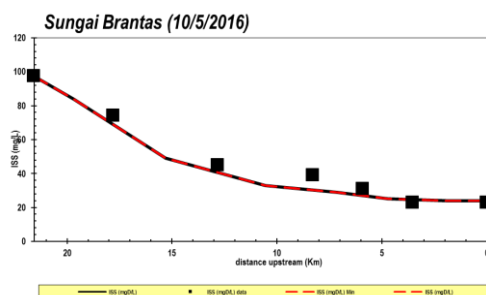
Tabel 4. Kesalahan Relatif Kedalaman

Titik	V(data)	V(model)	Kesalahan Relatif
	m ³ /s	m ³ /s	
1	0.80	0.81	1.55%
2	0.40	0.17	56.84%
3	0.70	0.77	10.21%
4	0.90	1.07	18.58%
5	0.80	0.96	19.71%
6	0.60	0.54	10.51%
7	0.70	0.48	30.76%
Rata-rata			21.16%

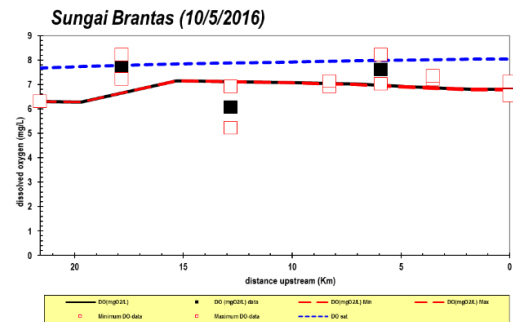
Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel 3 sampai dengan tabel 5 menunjukkan bahwa model sudah mendekati data input (lingkaran hitam) dengan kesalahan relatif rata-rata sebesar 4,42% untuk debit, kesalahan relatif rata-rata sebesar 11% untuk kedalaman, dan kesalahan relatif rata-rata sebesar 21,16% untuk kecepatan.

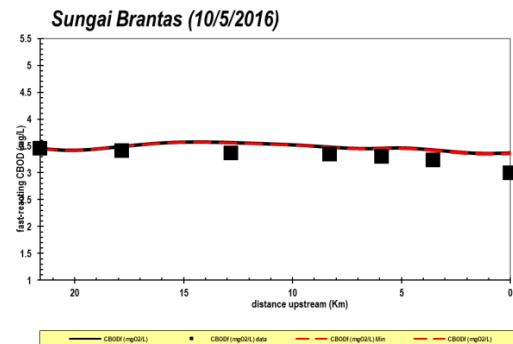
b. Kalibrasi Model Kualitas Air



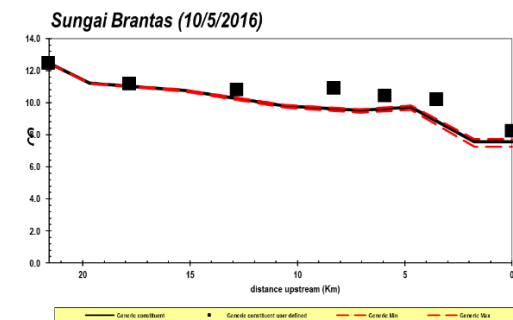
Gambar 6. Perbandingan Model dan Data untuk Parameter TSS



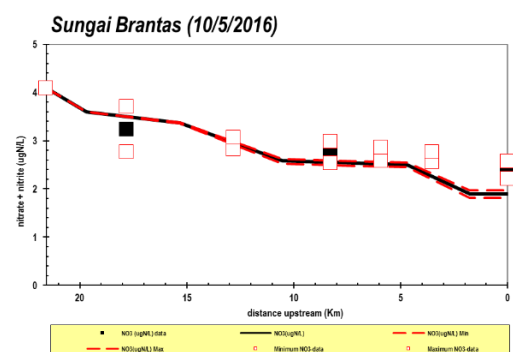
Gambar 7. Perbandingan Model dan Data untuk Parameter DO



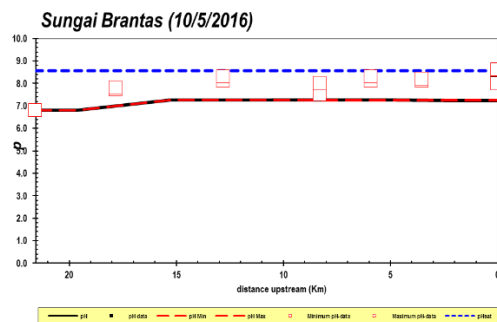
Gambar 8. Perbandingan Model dan Data untuk Parameter BOD



Gambar 9. Perbandingan Model dan Data untuk Parameter COD



Gambar 10. Perbandingan Model dan Data untuk Parameter Nitrat



Gambar 11. Perbandingan Model dan Data untuk Parameter pH

Tabel 6. Kesalahan Relatif nilai TSS

Segmen	TSS (data) mg/l	TSS (model) mg/l	Kesalahan Relatif mg/l
Pendem	97.40	97.40	0.00%
UMM	74.25	84.00	13.13%
Suhat	44.80	49.13	9.65%
Pasar Burung	39.10	32.92	15.80%
Kutho Bedah	30.81	28.90	6.20%
Kol. Sugiono	22.74	25.11	10.41%
Bumi Ayu	22.93	24.01	4.71%
Rata-rata			8.558%

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 7. Kesalahan Relatif nilai DO

Segmen	DO (data) mg/l	DO (model) mg/l	Kesalahan Relatif mg/l
Pendem	6.30	6.30	0.00%
UMM	7.70	6.28	18.49%
Suhat	6.05	7.14	18.07%
Pasar Burung	7.01	7.09	1.16%
Kutho Bedah	7.60	7.01	7.79%
Kol. Sugiono	7.27	6.91	5.01%
Bumi Ayu	6.82	6.79	0.43%
Rata-rata			7.277%

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 8. Kesalahan Relatif nilai BOD

Segmen	BOD (data) mg/l	BOD (model) mg/l	Kesalahan Relatif mg/l
Pendem	3.45	3.45	0.00%
UMM	3.40	3.42	0.72%
Suhat	3.36	3.57	6.21%
Pasar Burung	3.34	3.53	5.67%
Kutho Bedah	3.29	3.45	4.94%
Kol. Sugiono	3.23	3.46	7.10%
Bumi Ayu	2.99	3.37	12.63%
Rata-rata			5.325%

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 9. Kesalahan Relatif nilai COD

Segmen	COD (data) mg/l	COD (model) mg/l	Kesalahan Relatif mg/l
Pendem	12.45	12.45	0.00%
UMM	11.15	11.20	0.47%
Suhat	10.79	10.77	0.16%
Pasar Burung	10.89	9.80	9.99%
Kutho Bedah	10.42	9.51	8.69%
Kol. Sugiono	10.17	9.71	4.53%
Bumi Ayu	8.23	7.55	8.31%
Rata-rata			4.593%

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 10. Kesalahan Relatif nilai Nitrat

Segmen	Nitrat (data) mg/l	Nitrat (model) mg/l	Kesalahan Relatif mg/l
Pendem	4.09	4.09	0.00%
UMM	3.23	3.60	11.36%
Suhat	2.94	3.37	14.63%
Pasar Burung	2.76	2.58	6.46%
Kutho Bedah	2.72	2.54	6.67%
Kol. Sugiono	2.66	2.50	5.86%
Bumi Ayu	2.39	1.90	20.43%
Rata-rata			9.346%

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 11. Kesalahan Relatif nilai pH

Segmen	pH (data) mg/l	pH (model) mg/l	Kesalahan Relatif mg/l
Pendem	6.80	6.80	0.00%
UMM	7.75	6.80	12.20%
Suhat	8.20	7.26	11.49%
Pasar Burung	7.75	7.26	6.37%
Kutho Bedah	8.20	7.25	11.55%
Kol. Sugiono	8.15	7.25	11.04%
Bumi Ayu	8.29	7.25	12.59%
Rata-rata			9.321%

Sumber : Hasil Perhitungan

Pada tabel 6 menunjukkan bahwa model untuk parameter TSS sudah mendekati data input dengan kesalahan relatif sebesar 8.56%. Pada tabel 7 menunjukkan bahwa model untuk parameter DO sudah mendekati data input dengan kesalahan relative sebesar 7.28%. Pada tabel 8 menunjukkan bahwa model untuk parameter BOD sudah mendekati data input dengan kesalahan relatif sebesar 5.32%. Pada tabel 9 menunjukkan bahwa model untuk parameter COD sudah mendekati data input (lingkaran hitam) dengan kesalahan relatif sebesar 4.59%. Pada tabel 10 menunjukkan bahwa model untuk parameter Nitrat sudah mendekati data input (lingkaran hitam) dengan kesalahan relatif sebesar 9.35%. Pada table 11 menunjukkan bahwa model untuk parameter pH sudah mendekati data input dengan kesalahan relatif sebesar 9.32%.

Verifikasi Model

Verifikasi data adalah proses pencocokan nilai koefisien yang di dapat dari lembar kerja *reach rates* pada data tahun 2016 dengan data tahun sebelumnya atau tahun berikutnya, pada laporan ini verifikasi data dilakukan dengan menggunakan data tahun 2015 dan hasil verifikasi data tersebut tidak jauh berbeda dengan tahun 2016. Verifikasi dilakukan untuk

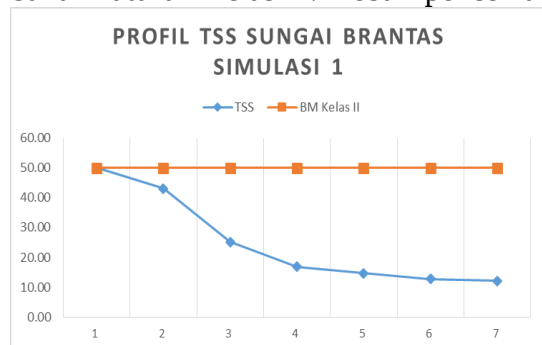
menemukan kesalahan relatif paling kecil dengan membandingkan hasil pada tahun x dengan tahun yang lain. Pada penelitian ini digunakan tahun 2016 sebagai acuan data dan tahun 2015 untuk memverifikasi kebenaran nilai koefisien. Dari hasil perhitungan, didapatkan kesalahan relatif pada tahun 2016 sebesar 7,403%.

Simulasi 1

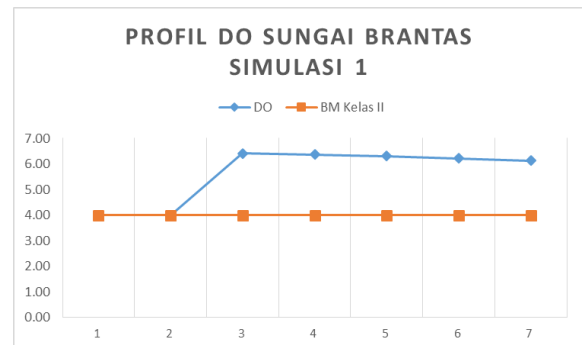
Pada simulasi 1 ini data pada hulu sungai brantas akan disesuaikan dengan baku mutu air kelas II. Beban pencemar

point sources akan dihilangkan, sedangkan beban pencemar *non point sources* segmen pemukiman dianggap sama dengan kondisi eksisting.

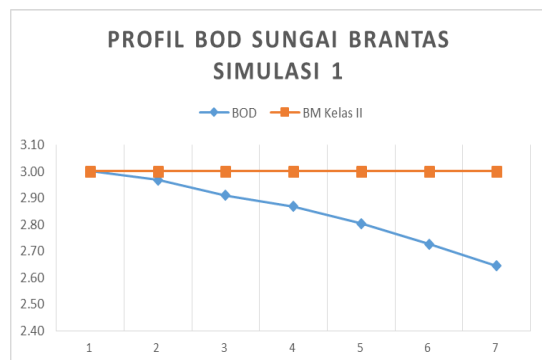
Pada Tabel 12 yang merupakan hasil running pada simulasi 1 terlihat bahwa konsentrasi parameter-parameter telah memenuhi baku mutu air kelas II. Hal ini terjadi karna data kualitas air pada Sungai Brantas sudah disesuaikan dengan baku mutu air kelas II.



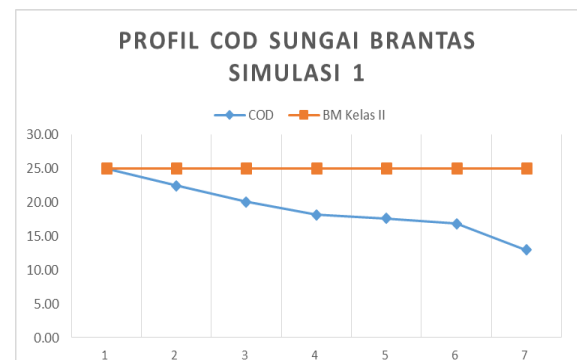
Gambar 12. WQ Output Parameter TSS



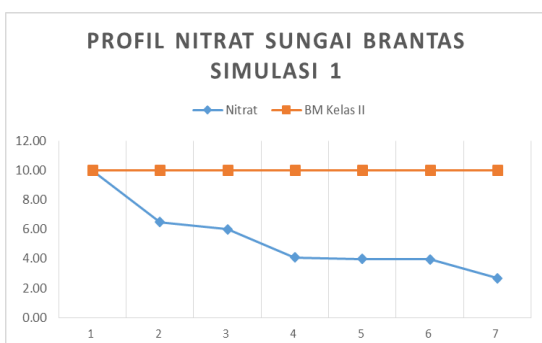
Gambar 13. WQ Output Parameter DO



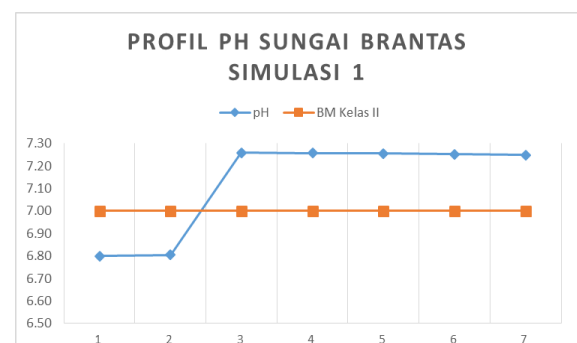
Gambar 14. WQ Output Parameter BOD



Gambar 15. WQ Output Parameter COD



Gambar 16. WQ Output Parameter Nitrat



Gambar 17. WQ Output Parameter pH

Tabel 12. Perbandingan WQ Output dan Baku Mutu Air

Reach	Distance	TSS	BMA	DO	BMA	BOD	BMA	COD	BMA	Nitrat	BMA	pH	BMA
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	50.00		4.00		3.00		25.00		10.00		6.80	
2	17.800	43.12		4.00		2.97		22.46		6.50		6.80	
3	12.810	25.24		6.41		2.91		20.05		6.01		7.26	
4	8.280	16.84	50	6.37	4	2.87	3	18.16	25	4.08	10	7.26	(6-9)
5	5.900	14.76		6.30		2.80		17.59		3.98		7.26	
6	3.520	12.75		6.22		2.73		16.86		3.95		7.25	
Hilir	0.000	12.18		6.13		2.64		12.98		2.68		7.25	

Sumber: Hasil Perhitungan (2017)

Simulasi 2

Dalam simulasi 2 ini, data kondisi air di hulu menggunakan data sesuai baku mutu air kelas dua dan pada bagian hilir diharapkan telah memenuhi baku mutu sesuai peruntukan dari Sungai Brantas Ruas kota Malang. Dan pada simulasi ini akan menggunakan nilai maksimum baku mutu air limbah domestik pada nilai sumber pencemar *diffuse source*, dan untuk sumber pencemar *point sources* dianggap sama dengan kondisi eksisting. Setelah di *running*, aplikasi ini akan

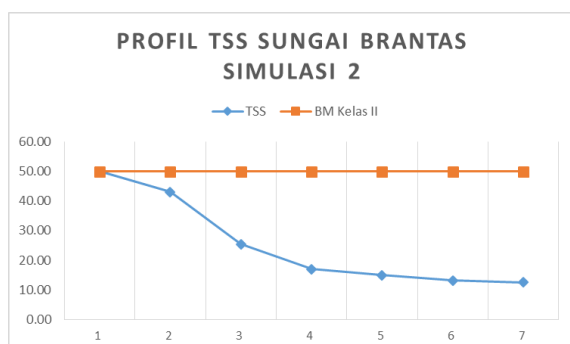
menghasilkan model pada *sheet WQ Output*, jika model masih ada di atas baku mutu maka sumber pencemar *diffuse source* di-trial and error sampai menghasilkan model yang memenuhi baku mutu air kelas dua.

Pada Tabel 13 yang merupakan hasil running pada simulasi 2 terlihat bahwa konsentrasi parameter-parameter telah memenuhi baku mutu air kelas II. Hal ini terjadi karena data kualitas air pada Sungai Brantas disesuaikan dengan baku mutu kelas II.

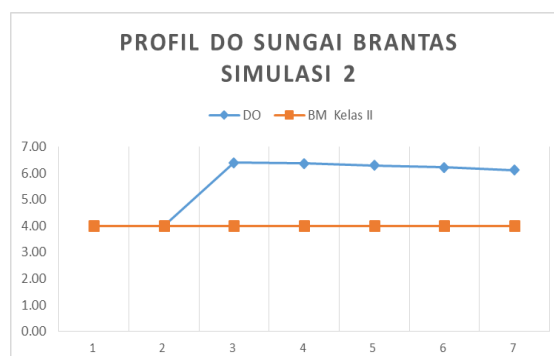
Tabel 13. Perbandingan WQ Output dan Baku Mutu Air

Reach	Distance	TSS	BMA	DO	BMA	BOD	BMA	COD	BMA	Nitrat	BMA	pH	BMA
Label	(km)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
Hulu	21.570	50.00		4.00		3.00		25.00		10.00		6.80	
2	17.800	43.12		4.00		3.00		23.09		6.45		6.80	
3	12.810	25.41		6.40		2.93		20.68		5.97		7.26	
4	8.280	17.03	50	6.36	4	2.89	3	18.76	25	4.06	10	7.26	(6-9)
5	5.900	14.95		6.29		2.82		18.19		3.95		7.26	
6	3.520	13.13		6.21		2.87		17.83		3.89		7.25	
Hilir	0.000	12.57		6.12		2.86		14.14		2.62		7.25	

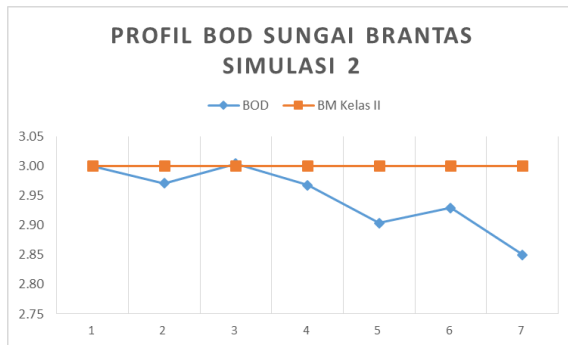
Sumber: Hasil Perhitungan (2017)



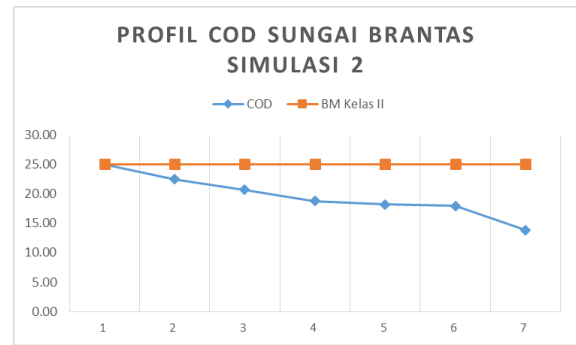
Gambar 18. WQ Output Parameter TSS



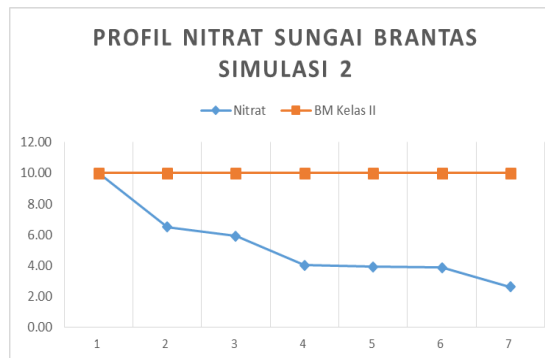
Gambar 19. WQ Output Parameter DO



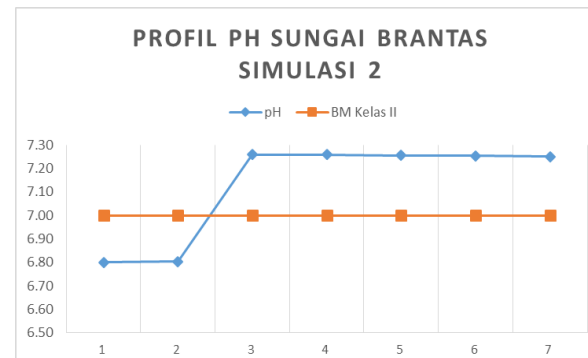
Gambar 20. WQ Output Parameter *BOD*



Gambar 21. WQ Output Parameter *COD*



Gambar 22. WQ Output Parameter Nitrat



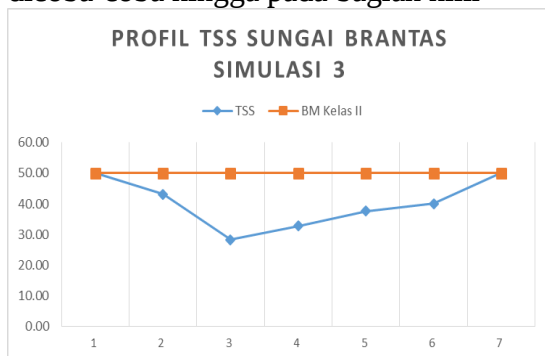
Gambar 23. WQ Output Parameter pH

Simulasi 3

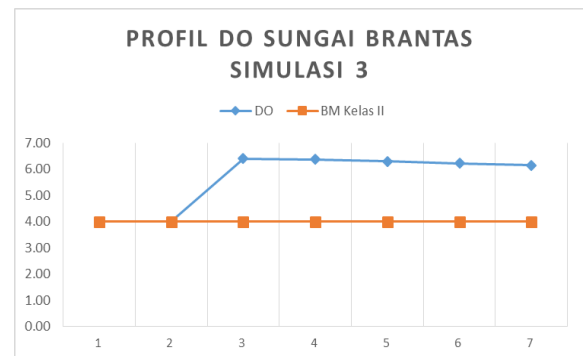
Pada simulasi 3 bertujuan untuk mengetahui jumlah pabrik yang boleh ditambah agar kualitas air Sungai Brantas mencapai ambang batas. Pada simulasi ini akan menggunakan nilai maksimum baku mutu air limbah domestik pada nilai sumber pencemar *diffuse source*, dan untuk sumber pencemear *point sources* dicoba-coba hingga pada bagian hilir

mencapai batas nilai maksimum dari Baku Mutu Kelas II. Sehingga dapat diketahui berapa banyak pabrik yang boleh ditambah.

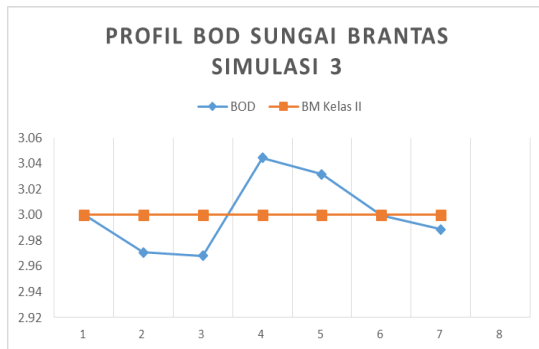
Pada Tabel 14 yang merupakan hasil running pada simulasi 3 terlihat bahwa konsentrasi parameter-parameter telah mencapai nilai maksimum dari baku mutu air kelas II.



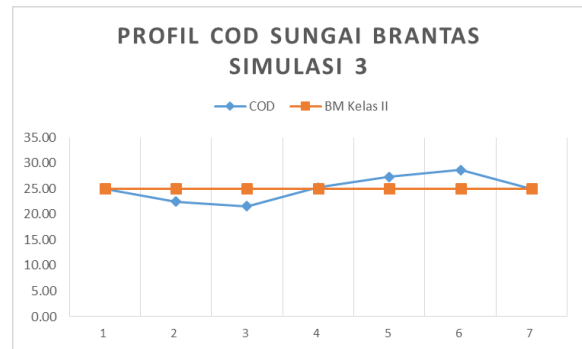
Gambar 24. WQ Output parameter TSS



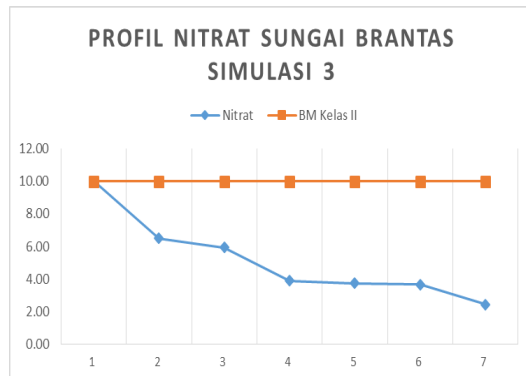
Gambar 25. WQ Output parameter *DO*



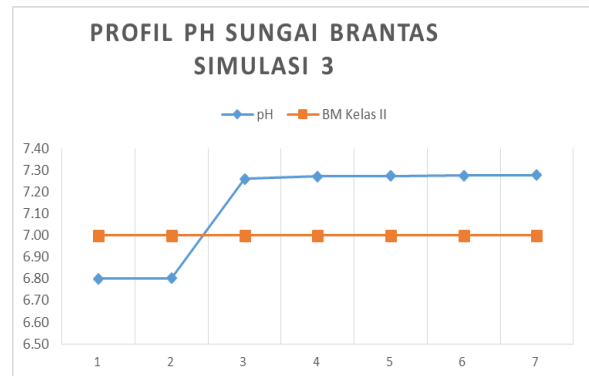
Gambar 26. WQ Output parameter *BOD*



Gambar 27. WQ Output parameter *COD*



Gambar 28. WQ Output parameter *Nitrat*



Gambar 29. WQ Output parameter *pH*

Tabel 14. Perbandingan WQ Output dan Baku Mutu Air

Distance (km)	TSS (mg/l)	BMA (mg/l)	DO (mg/l)	BMA (mg/l)	BOD (mg/l)	BMA (mg/l)	COD (mg/l)	BMA (mg/l)	Nitrat (mg/l)	BMA (mg/l)	pH	BMA
21.570	50.00	✓	4.00	✓	3.00	✓	25.00	✓	10.00	✓	6.80	
17.800	43.12	✓	3.99	✓	2.97	✓	22.47	✓	6.50	✓	6.80	
12.810	28.35	✓	6.40	✓	2.97	✓	21.57	✓	5.95	✓	7.26	
8.280	32.82	50 ✓	6.36	4 ✓	3.04	3 ✓	25.20	25 ✓	3.90	10 ✓	7.27	(6-9)
5.900	37.64	✓	6.30	✓	3.03	✓	27.33	✓	3.74	✓	7.27	
3.520	40.08	✓	6.22	✓	3.00	✓	28.62	✓	3.66	✓	7.27	
0.000	50.05	✓	6.14	✓	2.99	✓	24.92	✓	2.44	✓	7.28	

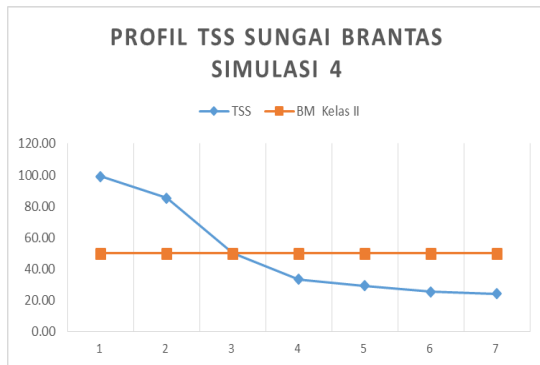
Sumber: Hasil Perhitungan (2017)

Simulasi 4

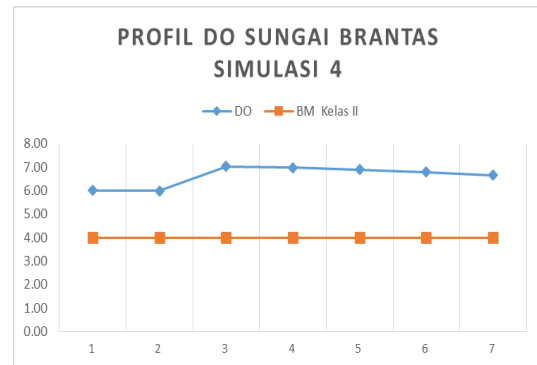
Simulasi 4 bertujuan untuk mengetahui kondisi dari kualitas air Sungai Brantas untuk masa yang akan datang dari hulu hingga hilir sungai. Data yang dimasukkan dalam *worksheet headwater QUAL2Kw* adalah data kualitas air prediksi berdasarkan kondisi eksisting. Data sumber debit pencemar *non point source* segmen pemukiman yang diinput merupakan hasil prediksi dari pertumbuhan penduduk dibantaran

Sungai Brantas pada tahun 2016 hingga tahun 2022 (6 tahun). Enam tahun ini dipilih dikarenakan pada PP RI Nomor 82 Tahun 2001 disebutkan bahwa penetapan daya tampung minimal adalah 5 tahun sekali.

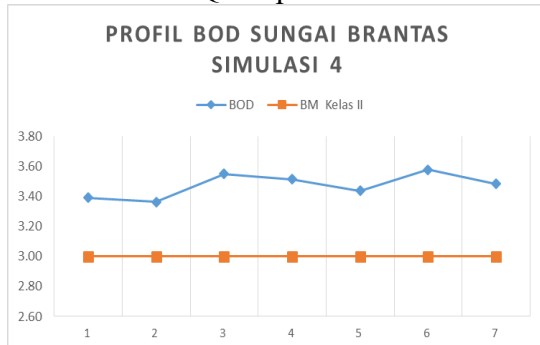
Pada simulasi keempat ini, hasil model ada yang mengalami penurunan kualitas air sungai yang disebabkan adanya pengaruh debit limbah domestik yang masuk ke dalam Sungai Brantas.



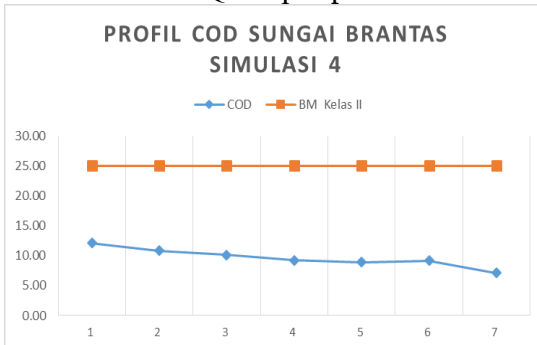
Gambar 30. WQ Output Parameter TSS



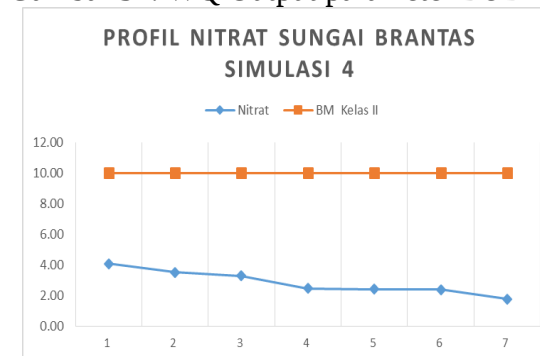
Gambar 31. WQ Output parameter DO



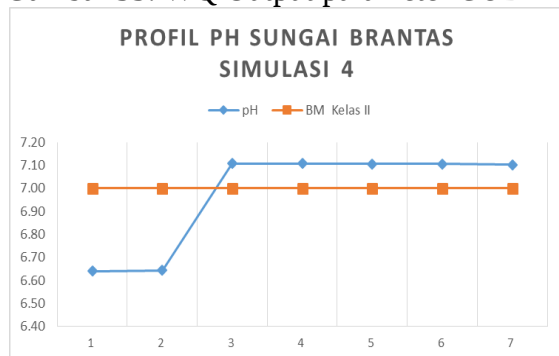
Gambar 32. WQ Output parameter BOD



Gambar 33. WQ Output parameter COD



Gambar 34. WQ Output parameter Nitrat



Gambar 35. WQ Output parameter pH

Tabel 15. Perbandingan WQ Output dan Baku Mutu Air

Distance (km)	TSS (mg/l)	BMA (mg/l)	DO (mg/l)	BMA (mg/l)	BOD (mg/l)	BMA (mg/l)	COD (mg/l)	BMA (mg/l)	Nitrat (mg/l)	BMA (mg/l)	pH	BMA
21.570	99.00		6.01		3.39		12.07		4.10		6.64	
17.800	85.38		5.99		3.36		10.85		3.52		6.64	
12.810	49.98		7.03		3.55		10.12		3.31		7.11	
8.280	33.44	50	6.98	4	3.51	3	9.21	25	2.49	10	7.11	(6-9)
5.900	29.34		6.89		3.44		8.94		2.44		7.11	
3.520	25.45		6.78		3.58		9.15		2.41		7.10	
0.000	24.33		6.66		3.48		7.11		1.79		7.10	

Sumber: Hasil Perhitungan (2017)

Perhitungan Beban Pencemaran dan Daya Tampung Beban Pencemaran

Dari hasil simulasi kualitas air diatas, data pada *sheet source summary* digunakan untuk melakukan perhitungan beban pencemaran daya tampung beban pencemaran pada Sungai Brantas. Beban pencemaran bisa didapatkan dengan

mengalikan debit dengan konsentrasi masing-masing sumber pencemar.

Perhitungan daya tampung beban pencemaran menggunakan simulasi 1 dan 2, berdasarkan kedua simulasi tersebut maka akan didapatkan perhitungan daya tampung beban pencemaran dengan selisih dari hasil simulasi 2 (beban

pencemaran penuh) dan simulasi 1 (beban pencemar minimum).

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang dilakukan sesuai dengan rumusan masalah pada kajian ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Beberapa parameter kualitas air di Sungai Brantas seperti BOD untuk disemua titik penelitian dan TSS pada titik pertama dan kedua masih belum memenuhi baku mutu air kelas II yang telah ditetapkan pemerintah dalam PP Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
2. Nilai beban pencemaran yang paling besar terdapat pada *reach* kedua untuk semua parameter yaitu 609,846 kg/hari untuk TSS, 152,669 kg/hari untuk BOD, dan 995,976 kg/hari untuk COD.
3. Nilai daya tampung yang paling tinggi untuk semua parameter terletak pada *reach* Kedua sebesar 584,340 kg/hari untuk TSS dan 127,164 kg/hari untuk BOD, 910,958 kg/hari untuk COD.

DAFTAR PUSTAKA

- Ani Nursalikah. 2016. *Limbah Domestik Dominasi Pencemaran Air Kota Malang*. Malang: news.nasional.republika.co.id <http://nasional.republika.co.id/berita/nasional/daerah/16/10/11/oevyqj366-limbah-domestik-dominasi-pencemaran-air-kotamalang>. (Diakses 12 Oktober 2017).
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Malang. 2016. Laporan Analisa Data Kualitas Air Sungai di Provinsi Jawa Timur Kota Malang Tahun 2016. Malang: Dinas Lingkungan Hidup.
- Gubernur Jawa Timur. 2010. Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 61 Tahun 2010 tentang Penetapan Kelas Air Pada Air Sungai. Surabaya: Gubernur Jawa Timur.
- Herera, A. 2013. Studi Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Surabaya dengan Menggunakan Paket Program QUAL2Kw. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.
- Kannel, P. R., Lee, S., Lee, Y. S., Kanel, S. R., & Pelletier, G. J. 2007. Application of Automated QUAL2Kw for Water Quality Modeling and Management In The Bagmati River, Nepal. *Jurnal Ecological Modelling*, 202(3): 503-517.
- Maghfiroh, L. 2016. Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Kalimas Surabaya (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan) dengan Pemodelan QUAL2Kw. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Marganof. 2007. Model Pengendalian Pencemaran Perairan di Danau Maninjau Sumatera Barat. Disertasi. Tidak dipublikasikan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Matcalf & Eddy. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment Disposal Reuse*, New York: McGraw-Hill, inc.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2003. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Jakarta: Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2010. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta: Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Mitsch, W. J. & Gosselink, J. G. 1993. *Wetlands Second Edition*. New York: Van Nostrand Reinhold.

Pemerintah Republik Indonesia. 2001. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.

Pemerintah Republik Indonesia. 2011. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.

Sagara, M. R. N. 2013. Identifikasi dan Prediksi Kualitas Air di Kali Bokor

Surabaya Menggunakan Metode Qual2Kw. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Pelletier, G., dan Chapra. S. 2006. Qual2kw User Manual (version 5.1) : A Modelling Framework for Simulating River and Stream Eater Quality, Enviromental Assesment Program. Olympia, Washington