

Analisis Daya Tampung Beban Pencemar *Biochemical Oxygen Demand* (Bod) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) di Sungai Tembuku Kota Jambi Menggunakan Model Qual2KW

*Freddy Ilfan, *Lailal Gusri, *Winny L.C.H, *Citra Rebekka Maulina Siregar

Fakultas Sains dan Teknologi

Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Jambi

*Jl. Jambi-Ma.Bulian KM 15 Mendalo Darat Jambi 36361

E-mail: freddy_ilfan@unja.ac.id

Abstract

Tembuku River is one of the tributaries of Batanghari River in Jambi City which is located across Thehok Village to Simpang Lampu Merah Sijenjang-Pasar Kasang. Tembuku River has the highest pollution level compared to other tributaries with the BOD value of the upstream is 38,5 mg/l and downstream is 86 mg/l, the COD value of the upstream is 42,5 mg/l, and the downstream is 95 mg/l. This research was conducted to analyze the pollutant Load Capacity of Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Chemical Oxygen Demand (COD) that can be received by Tembuku River using Qual2kw model. Qual2kw model is a recommendation model from Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup no. 1 Tahun 2010 Tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air to calculate the capacity of pollutant load. Based on the research and analysis, the result of pollutant load capacity in Tembuku River is the BOD parameter has 180,9216 kg/day in segment 1, 62,6249 kg/day in segment 2, and 319,3344 kg/day in segment 3, for COD parameter the pollutant load capacity is 815,4432 kg/day in segment 1, 103,52448 kg/day in segment 2, and 1699,7471 kg/day in segment 3. So the value of pollutant load capacity in all parameters and each segment has positive value stating the value of pollutant load capacity can be received by Tembuku River.

Keywords: Tembuku River, Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Pollutant Load Capacity, QUAL2KW

1. Pendahuluan

Peningkatan jumlah penduduk dan tingginya urbanisasi, serta industri dapat meningkatkan pencemaran air sungai (Suthar dkk., 2009). Penduduk yang bermukim di daerah pengaliran sungai membuang limbah dan sampah secara langsung ke badan sungai dapat mengganggu air sungai. Kepadatan penduduk adanya arus urbanisasi dapat meningkatkan aktifitas rumah tangga dan kegiatan industri. Aktifitas pembuangan limbah, kondisi infrastruktur sanitasi, jaringan drainase perkotaan, pengelolaan penggunaan dan masih terdapat kesenjangan pengetahuan lingkungan serta ketidakmampuan manajerial yang diharapkan selanjutnya akan mempengaruhi kualitas air sungai (Qin., et al, 2014; Ouyang., et al, 2006; McGrane, 2016; Angello., et al, 2021). Banyak zat pencemar yang dibuang ke dalam badan sungai dapat menurunkan kualitas air sungai (Zurita et al., 2021) serta kegiatan pertanian, sistem kota dan industri dengan memasukkan sejumlah besar nutrisi dan bahan organik ke sungai berpotensi merusak perairan (Prakahs., et al, 2007). Perlakuan manusia dengan membuang limbah rumah tangga, limbah industri dan domestik ke badan sungai memainkan peran penting dalam menurun daya dukung dan daya tampung beban pencemar.

Sungai dapat dinyatakan sehat, jika mampu menekan dan meminimalkan masuknya zat pencemar ke dalam sungai sesuai ambang batas yang ditentukan. Air sungai yang sehat dapat dimanfaatkan oleh penduduk dan makhluk hidup dengan aman untuk keperluan sehari-hari. Air sungai akan terjaga kualitasnya apabila mampu mengendalikan pembuangan limbah ke sungai. Kelalaian dalam mencegah masuk beban pencemar ke badan sungai, dikhawatirkan terjadi permasalahan pada sungai yang melebihi dan melampaui daya tampung sungai yang mengakibatkan terganggunya daya dukung sungai, pada akhirnya sumber daya alam ini akan mengalami kelangkaan baik ditinjau dari kuantitas maupun kualitas (Fadly, 2008).

Permasalahan penurunan kualitas air sungai Tembuku tidak terlepas dari hasil pembuangan beban pencemar yang terdapat beberapa sumber pencemar yaitu saluran pembuangan limbah domestik, limbah domestik, limbah domestik Jambi Prima Mall, cucian mobil, limbah domestik Transmart Mall, aktivitas Pabrik Tahu dan limbah laundry yang berada dalam daerah tangkapan air dan masuk ke badan air Sungai Tembuku dapat terdegradasi di perairan yang mengalir mengakibatkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut, hal ini dapat dilihat pada aliran yang lebih tenang atau dalam kondisi anaerobik yang bergejolak akibat yang ditimbulkan adalah ketidak seimbangan ekosistem dan kualitas air sungai menurun. Fenomena ketidakseimbangan kualitas air di sungai Tembuku, jika di padukan dengan pendapat Droic dan Konkana, (1996), terjadi akibat metabolisme polutan oleh mikroorganisme, oksidasi kimia polutan yang berkurang, dan respirasi tanaman, alga dan fitoplankton.

Sumber pencemar dari kegiatan sektor industri dan domestik dibuang ke sungai tanpa pengolahan dapat menimbulkan gangguan pada manusia dan makhluk hidup serta terganggunya aliran air dan kekurangan oksigen. Konsentrasi oksigen dalam air mewakili status kualitas air sehingga keberadaan muatan konsentrasi oksigen di dalam air dapat menjadi indikator ada atau tidaknya pencemaran disuatu perairan. Lebih lanjut dinyatakan bahwa pengukuran *biochemical oxygen demand* (BOD) dan *chemical oxygen demand* (COD) perlu dilakukan untuk menentukan status muatan oksigen di dalam air.

Untuk memprediksi daya tampung beban pencemaran di sungai diperlukan suatu aplikasi sebagai alat yang mampu menirukan proses yang sesungguhnya. Aplikasi Qual2Kw merupakan versi lanjutan dari aplikasi Qual2K. Aplikasi ini dilandasi oleh teori *Streeter-Phelps* yang mencakup proses purifikasi alamiah pada air sungai (Komarudin, dkk, 2015).

Penelitian ini difokuskan pada perhitungan daya tampung *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dari Sungai Tembuku dengan

menggunakan *software* pemodelan Qual2Kw untuk mengetahui seberapa besar daya tampung Sungai Tembuku Kota Jambi.

2. Metode Penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di anak sungai DAS Batanghari Kota Jambi, yakni Sungai Tembuku. Lokasi hulu Sungai Tembuku terletak di Kelurahan Thehok, Kecamatan Jambi selatan dan lokasi hilir anak sungai Tembuku terletak di Simpang Lampu Merah Sijenjang-Pasar Kasang. Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan, yakni pada bulan September hingga November tahun 2020.

Teknik Pengumpulan Data

a. Data Primer

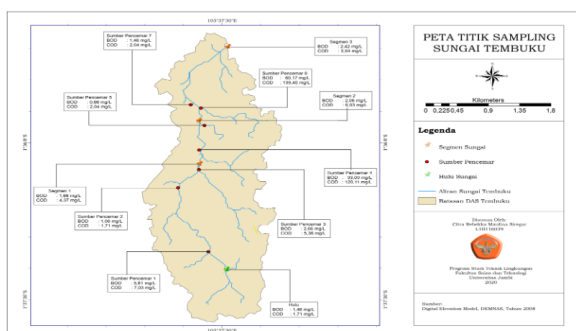
Data primer merupakan data yang diambil langsung di lapangan. Data primer pada penelitian kali ini adalah data kualitas air dari hasil pengujian yang dilakukan di Laboratorium Jambi Lestari Internasional; panjang segmen yang diukur dengan menggunakan aplikasi *google earth*; panjang, lebar, dan kedalaman dan luas penampang sungai yang diukur langsung; data hidrolis sungai; dan data klimatologi.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data-data yang diperoleh dari literatur yang sudah ada. Data sekunder pada penelitian ini adalah peta tata guna lahan Sungai Tembuku Kota Jambi.

Observasi Lapangan dan Segmentasi

Observasi lapangan bertujuan untuk mengetahui keadaan lokasi sungai. Segmentasi sungai mempunyai fungsi untuk membagi sungai menjadi ruas-ruas yang lebih kecil sehingga memudahkan dalam hal penelitian. Pada penelitian ini Sungai Tembuku dibagi menjadi 3 segmen sungai. Dasar penetapan segmen ini adalah berdasarkan persebaran daerah pemukiman penduduk dan sumber pencemar di sepanjang aliran sungai. Berikut Lokasi segmentasi dan sumber pencemar Sungai Tembuku.



Gambar 1. Lokasi Segmentasi dan Sumber Pencemar Sungai Tembuku

Teknik Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *grab sampling*. Pada pengambilan sampel air sungai, pengambilan sampel dilakukan di bagian *upstream* dan *downstream* di setiap segmen sungai.

Input Data

Pada Qual2Kw setelah data yang diperlukan telah didapatkan, maka langkah berikutnya adalah melakukan *input*

data pada *software* Qual2Kw. Terdapat beberapa *worksheet* yang harus diisi, berikut adalah *worksheet* yang diisi dalam penelitian kali ini yaitu *Qual2Kw worksheet*, *Headwater worksheet*, *Reach worksheet*, *Reach rates worksheet*, *Air temperature worksheet*, *Wind speed worksheet*, *Cloud Cover worksheet*, *Solar radiation worksheet*, *Point source worksheet*, *Hydraulic data worksheet*, *Temperature data worksheet*, dan *WQ data worksheet*.

Kalibrasi dan Validasi Model

Kalibrasi data pada Qual2Kw dilakukan untuk pembentukan model. Pada penelitian kali ini, kalibrasi dilakukan dengan *trial and error*. *Trial and error* dilakukan dengan mengubah angka reeration, *Oxidation rate*, dan *decay rate* pada *generic* yang terdapat pada *reach rate worksheet* hingga model mendekati keadaan atau sesuai yang diinginkan.

Validasi dilakukan dengan metode *root mean square percent error* (RMSPE) yang digunakan untuk mengkuantifikasi besar dan sifat error yang terjadi. RMSPE digunakan dengan menggunakan rumus (Marlina, 2015).

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

Keterangan:

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)

Apabila nilai RMSPE dibawah 50% dapat digunakan untuk menyatakan bahwa model dapat diterima. Apabila nilai RMSPE lebih dari 50% dilakukan kalibrasi kembali.

Metode Perhitungan Daya Tampung

Output pemodelan yang dihasilkan adalah berupa data konsentrasi pencemar pada masing-masing segmen sungai di tiap skenario. Skenario yang digunakan yaitu skenario 1 merupakan kondisi air sesuai eksisting di lapangan baik pada hulu maupun pada *effluent*-nya, skenario 2 diasumsikan bahwa kondisi air sesuai data eksisting namun tidak memiliki sumber pencemar darimana pun, dan pada skenario 3 diasumsikan kondisi sungai memenuhi baku mutu kelas II dengan nilai *effluent* di *trial and error* hingga mendekati baku mutu kelas II.

Konsentrasi pencemar yang dihasilkan pada tiap skenario kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan beban pencemaran menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

Beban Pencemar (BP) (kg/hr) = Q x c x 86,4.

Dimana: Q = Debit Limbah (m³/dt), c = Konsentrasi Baku Mutu Pencemar (mg/l). Setelah diperoleh hasil beban pencemaran maka kemudian akan dilakukan perhitungan daya tampung beban pencemar sungai dengan rumus sebagai berikut (Wiwoho, 2005): DTBP (kg/hari)= BP penuh (kg/hari)-BP tanpa pencemar (kg/hari).

3. Hasil Dan Pembahasan

Kondisi Hidrolis Sungai Tembuku

Pengambilan data hidrolis Sungai Tembuku dilakukan dengan pengukuran langsung dengan pertimbangan kemudahan akses lokasi sungai dan lokasi yang mewakili karakteristik sungai secara keseluruhan.

Tabel 1. Data Hidrolis Sungai Tembuku

No.	Segmen	Debit Max (m ³ /s)	Debit Min (m ³ /s)	Kedalaman Max (m)	Kedalaman Min (m)	Slope
1	Hulu	15,887	0,048	1,630	0,095	0,003
2	Segmen 1	25,128	0,383	1,830	0,230	0,003
3	Segmen 2	50,282	0,859	1,980	0,380	0,004
4	Segmen 3	36,370	0,482	1,400	0,380	0,002

Sumber: Hasil Pengukuran, 2020)

Kualitas Air Sungai Tembuku

Pengukuran kualitas air dilakukan untuk mengetahui kesesuaian air bagi peruntukan tertentu, dibandingkan dengan baku mutu air sesuai kelas air. Pengujian kualitas air

parameter COD dan BOD dilakukan di Laboratorium Lestari Internasional. Berikut hasil pengukuran kualitas air Sungai Tembuku.

Tabel 2. Kualitas Air Sungai Tembuku

No.	Segmen	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	pH	Suhu (°C)
1	Hulu	1,46	1,71	5,4	29,8
2	Segmen 1	1,66	4,37	6,1	31,9
3	Segmen 2	2,06	6,03	6,2	32,6
4	Segmen 3	2,42	3,04	6,5	33,2

Sumber: Hasil Pengukuran, 2020

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa hasil pengujian kualitas air Sungai Tembuku masih di bawah baku mutu air Kelas II menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Kelas II) yakni dengan nilai BOD sebesar 3 mg/l dan COD sebesar 25 mg/l.

dan saluran buangan. Sumber pencemar di lokasi penelitian terdiri dari saluran air buangan domestik, saluran buangan industri dan anak sungai. Terdapat 7 sumber pencemar pada penelitian ini.

Sumber Pencemar

Sumber pencemar yang masuk ke badan air Sungai Tembuku pada lokasi penelitian ini berasal dari anak sungai

a. Debit Sumber Pencemar

Sumber pencemar yang masuk ke dalam badan air merupakan sumber pencemar dari saluran buangan dan anak sungai. Debit masing-masing sumber pencemar pada Sungai Tembuku dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Debit Sumber Pencemar Sungai Tembuku

Segmen	Jenis	Debit (m ³ /s)
Segmen 1	Sumber Pencemar (SU)	0,077778
	Sumber Pencemar (JPM)	0,00014
	Anak Sungai (Trans)	0,219739
Segmen 2	Sumber Pencemar (PT)	0,0001
	Sumber Pencemar (S)	0,016391
Segmen 3	Anak Sungai (Lippo)	0,045918
	Sumber Pencemar (P)	0,055093

Sumber: Hasil Pengukuran, 2020)

b. Kualitas Sumber Pencemar

Data kualitas air sungai berfungsi untuk mengetahui mutu dari air sungai tersebut. Pada Tabel 4 di bawah ini tersaji

data konsentrasi sumber pencemar yang masuk ke Sungai Tembuku.

Tabel 4. Kualitas Sumber Pencemar Sungai Tembuku

Segmen	Jenis	Kualitas Air			
		BOD (mg/l)	COD (mg/l)	pH	Suhu (°C)
Segmen 1	Sumber Pencemar (SU)	5,61	7,03	5,5	29,2
	Sumber Pencemar (JPM)	1,06	1,71	5,9	29,8
	Anak Sungai (Trans)	2,66	5,36	5,9	32,5
Segmen 2	Sumber Pencemar (PT)	93,09	120,11	5,8	30,35
	Sumber Pencemar (S)	0,66	2,04	6,3	30,6
Segmen 3	Anak Sungai (Lippo)	60,17	139,40	5,9	31,3
	Sumber Pencemar (P)	1,46	2,04	6,3	30,2

Sumber: Hasil Pengukuran, 2020

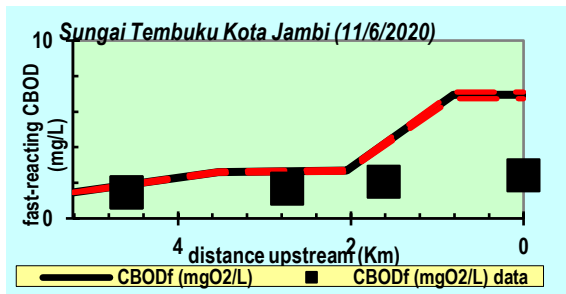
Pada Sumber Pencemar (SU), Sumber Pencemar (PT), dan Anak Sungai (Lippo), nilai BOD dan COD telah melebihi baku mutu air kelas II, hal ini dikarenakan konsentrasi bahan organik di dalam air tinggi disebabkan wilayah padat penduduk yang mengakibatkan tingginya aktivitas domestik.

Pembentukan Model

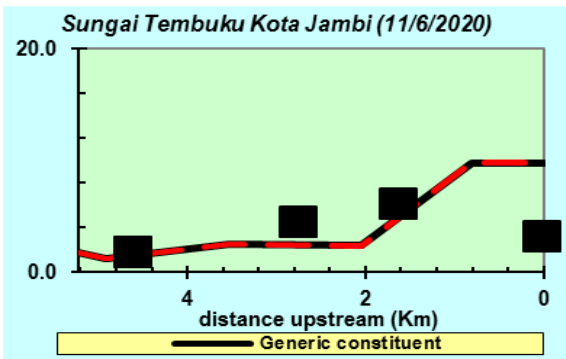
Setelah Segmen (*reach*) sungai telah ditentukan dan dibentuk, maka semua data dimasukkan ke dalam program QUAL2Kw.

a. Input data

Langkah pertama dalam pemodelan dengan Qual2Kw adalah dengan melakukan *input* data ke dalam masing-masing worksheet dalam Qual2Kw. Setelah data diinput kedalam model maka menghasilkan output berupa grafik sebagai berikut.



Gambar 2. Hasil Simulasi Awal BOD

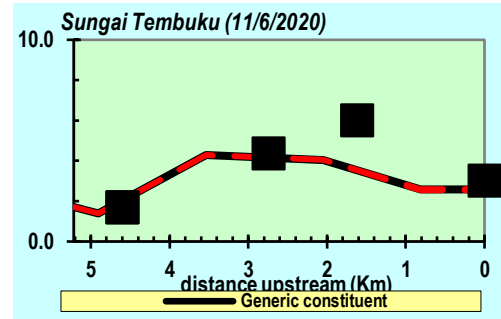


Gambar 3. Hasil Simulasi Awal COD

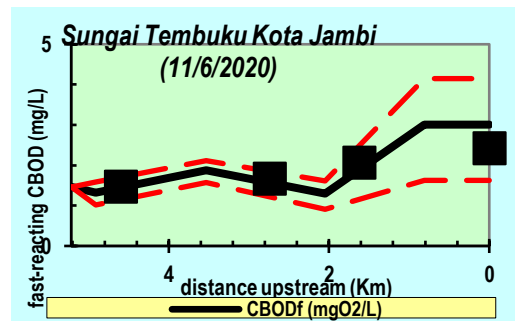
b. Kalibrasi Model

Dalam kalibrasi data kualitas air sungai, maka data yang akan diubah-ubah nilainya adalah data pada *worksheet reach rates*. Dimana pada *worksheet reach rates* tersebut dilakukan *trial and error* pada koefisien tiap parameter.

Setelah melakukan *input* data dan koefisien, kemudian dilakukan *running* program untuk mendapatkan hasil simulasi sebagai akhir dari kalibrasi model. Hasil kalibrasi model dalam bentuk grafik berikut.



Gambar 5. Hasil Kalibrasi BOD



Gambar 6. Hasil Kalibrasi COD

Dari grafik hasil kalibrasi di atas dapat dilihat bahwa hasil kalibrasi model telah menunjukkan pendekatan terhadap kondisi lapangan. Hal ini ditunjukkan dengan tren garis (model) yang terlihat telah mengikuti tren titik kotak hitam (data lapangan).

c. Validasi Model

Setelah kalibrasi dilakukan dan muncul angka kualitas air model pada lembar kerja *WQ output*. Validasi model menggunakan metode *root mean square percent error* (RMSPE) yang mengukur rata-rata persentase perbedaan antara data lapangan dengan data model (Marlina, 2015).

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

Berikut merupakan hasil perhitungan validasi tiap parameter:

Tabel 5. Hasil Perhitungan RMSPE Parameter BOD

No	Lokasi	Konsentrasi Lapangan (mg/l)	Konsentrasi Model (mg/l)	$\left(\frac{(1)-(2)}{(2)} \right)^2$	$\sqrt{\frac{1}{4} [\sum(3)]} \times 100\%$
		-1	-2		
1	Hulu	1.46	1.85	0.044441198	25.91851
2	Segmen 1	1.66	2.72	0.150120505	
3	Segmen 2	2.06	2.39	0.019064792	
4	Segmen 3	2.42	1.96	0.055081212	
Jumlah (3)				0,404056	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2020

Tabel 6. Hasil Perhitungan RMSPE Parameter COD

No	Lokasi	Konsentrasi Lapangan (mg/l)	Konsentrasi Model (mg/l)	$\left(\frac{(1)-(2)}{(2)}\right)^2$	$\sqrt{\frac{1}{4}[\sum(3)]} \times 100\%$
		-1	-2	-3	
1	Hulu	1.71	3.88	0.312792273	39.36739
2	Segmen 1	4.37	6.56	0.111450123	
3	Segmen 2	6.03	6.1	0.000131685	
4	Segmen 3	3.04	5.45	0.195542463	
		Jumlah (4)		0.619916544	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2020

Menurut Schnoor (1997), nilai error dibawah 0,5 atau dibawah 50% dapat digunakan untuk menyatakan bahwa model dapat diterima. Sehingga validasi parameter BOD dan COD dapat digunakan untuk simulasi skenario karena memiliki nilai error di bawah 50%.

d. Simulasi Model Skenario 1

Skenario 1 menggambarkan keadaan dimana kualitas air di hulu Sungai Tembuku Kota Jambi dalam keadaan eksisting, data kualitas air sungai juga masih dalam keadaan eksisting dan data sumber pencemar juga dalam keadaan eksisting. Hasil dari simulasi model skenario 1 (*WQ Output*) dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Hasil Simulasi Model Skenario 1

Lokasi	Jarak ke Hilir (km)	Debit (m ³ /s)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)
Hulu	4,91	0,048	1,32	1,39
Segmen 1	3,53	0,383	1,87	4,29
Segmen 2	2,05	0,859	1,3	4,05
Segmen 3	0,81	0,482	3,0	2,58

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Skenario 2

Skenario 2 mensimulasikan kualitas air di hulu Sungai Tembuku Kota Jambi sesuai dengan data eksisting. Sementara

itu, diasumsikan tidak ada sumber pencemaran yang masuk. Hasil simulasi *WQ Output* model skenario 2 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8. Hasil Simulasi Skenario 2

Lokasi	Jarak (km)	Debit (m ³ /s)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)
Hulu	4.91	0.048	0.98	0.83
Segmen 1	3.53	0.383	0.15	0.17
Segmen 2	2.05	0.859	0.09	0.15
Segmen 3	0.81	0.482	0.03	0.02

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Skenario 3

Skenario 3 menggambarkan keadaan kualitas air di hulu Sungai Tembuku sesuai dengan data eksisting. Sementara itu, nilai sumber pencemar (*point sources*) dimasukkan dengan

“*trial and error*” sehingga memenuhi baku mutu kelas II berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. Hasil simulasi skenario 3 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 9. Hasil Simulasi Skenario 3

Lokasi	Jarak (km)	Debit (m ³ /s)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)
Hulu	4.91	0.048	2.53	15.16
Segmen 1	3.53	0.383	3	24.84
Segmen 2	2.05	0.859	2.46	24.95
Segmen 3	0.81	0.482	2.9	9.47

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Tembuku

a. Beban Pencemaran

Perhitungan daya tampung beban pencemaran Sungai Tembuku memanfaatkan hasil simulasi skenario kualitas air yaitu *sources summary*. *Sources Summary* menampilkan debit dan kualitas sumber pencemar tiap

segmen (*reach*) yang akan digunakan dalam perhitungan daya tampung beban pencemaran.

Beban pencemaran dihitung dengan mengalikan debit dengan konsentrasi pencemar yang terdapat di dalam *worksheet sources summary* untuk setiap skenario. Beban

pencemaran sungai dapat dihitung dengan menggunakan rumus: $\text{Beban Pencemar (kg/hr)} = Q \times c \times 86,4$

Menggunakan rumus perhitungan beban pencemaran di atas, maka didapatkan hasil beban pencemar untuk semua skenario. Berikut beban pencemaran Sungai Tembuku tiap skenario.

Tabel 10. Beban Pencemaran Skenario 1

Segmen	Jarak	Debit	BOD (kg/hari)	COD (kg/hari)
Segmen 1	4,60 – 2,47	0,3	889,056	1,500,768
Segmen 2	2,47 – 1,62	0,02	21,082	476,928
Segmen 3	1,62 – 0,00	0,1	2,433,888	5,575,392

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Tabel 11. Beban Pencemaran Skenario 2

Segmen	Jarak (km)	Debit (m3/s)	BOD (kg/hari)	COD (kg/hari)
Segmen 1	4,60 – 2,47	0,3	0	0
Segmen 2	2,47 – 1,62	0,02	0	0
Segmen 3	1,62 – 0,00	0,1	0	0

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Tabel 12. Beban Pencemaran Skenario 3

Segmen	Jarak (km)	Debit (m3/s)	BOD (kg/hari)	COD (kg/hari)
Segmen 1	4.60 - 2.47	0.3	1,809,216	8,154,432
Segmen 2	2.47 - 1.62	0.02	6,362,496	10,352,448
Segmen 3	1.62 - 0.00	0.1	3,193,344	16,997,472

Sumber: Hasil Analisis, 2020

b. Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Tembuku

Hasil perhitungan daya tampung beban pencemaran pada setiap segmen diperoleh dari hasil pengurangan beban pencemaran penuh pada skenario 3 dengan beban pencemaran tanpa pencemar pada skenario 2. Perhitungan daya tampung beban pencemaran dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$DTBP = \text{Beban Pencemaran Penuh} - \text{Beban Pencemaran Tanpa Pencemar}$

Menggunakan rumus perhitungan beban pencemaran di atas, maka didapatkan hasil perhitungan daya tampung beban pencemaran untuk semua segmen. Hasil perhitungan daya tampung beban pencemaran segmen 1, segmen 2 dan segmen 3 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 13. Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Tembuku

Segmen	Daya Tampung BOD (kg/hari)	Daya Tampung COD (kg/hari)
Segmen 1	1,809,216	8,154,432
Segmen 2	6,362,496	10,352,448
Segmen 3	3,193,344	16,997,472

Sumber: Hasil Analisis, 2020)

Berdasarkan Tabel 13 dapat dilihat bahwa daya tampung Sungai Tembuku di tiap segmen nya masih bernilai positif, hal ini menunjukkan bahwa Sungai Tembuku masih mampu menampung beban pencemar yang masuk ke dalamnya. Daya tampung beban pencemaran BOD dan COD tertinggi pada Sungai Tembuku terdapat pada segmen 3 yaitu dengan daya tampung beban pencemar BOD sebesar 319,3344 kg/hari dan daya tampung beban pencemar COD sebesar 1699,7472 kg/hari. Daya tampung beban pencemaran minimum pada parameter BOD dan COD terdapat pada segmen 2 yaitu daya tampung minimum BOD sebesar 63,62496 kg/hari dan daya tampung minimum COD yaitu sebesar 103,52448 kg/hari. Hal ini dikarenakan sumber pencemar yang berkontribusi besar pada segmen 2 berasal dari industri tahu dimana konsentrasi sumber pencemar pada

segmen ini telah melebihi baku mutu air kelas II yaitu konsentrasi BOD sebesar 93,09 mg/l dan konsentrasi COD sebesar 120,11 mg/l. Kecilnya daya tampung beban pencemar pada segmen ini juga dipengaruhi oleh panjang segmen dimana panjang dari segmen 2 adalah sebesar 851 meter sehingga kemampuan segmen 2 dalam mendegradasi sumber pencemar nya rendah.

Besar daya tampung beban pencemar ini dapat saja berubah, namun perubahannya tidak signifikan. Perubahan ini disebabkan oleh adanya bertambahnya jumlah limbah yang masuk, perbedaan jumlah segmen, dan perbedaan musim (waktu penelitian). Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan perhitungan yang berkelanjutan untuk daya tampung beban pencemaran Sungai Tembuku.

4. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kualitas air Sungai Tembuku untuk parameter BOD dan COD masih dibawah baku mutu menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Kelas II) dimana konsentrasi BOD pada hulu yaitu 1,46 mg/l, pada segmen 1 yaitu 1,66 mg/l, pada segmen 2 yaitu 2,06 mg/l, dan pada segmen 3 yaitu 2,42 mg/l dengan baku mutu 3 mg/l. Konsentrasi COD pada hulu yaitu 1,71 mg/l, pada segmen 1 yaitu 4,37 mg/l, pada segmen 2 yaitu 6,03 mg/l, dan pada segmen 3 yaitu 3,04 mg/l dengan baku mutu 25 mg/l.
2. Besar daya tampung Sungai tembuku berdasarkan 3 segmentasi yaitu besar daya tampung parameter BOD pada segmen 1 sebesar 180,9216 kg/hari, pada segmen 2 sebesar 62,6249 kg/hari, dan pada segmen 3 sebesar 319,3344 kg/hari, untuk parameter COD besar daya tampung pada segmen 1 yaitu sebesar 815,4432 kg/hari, pada segmen 2 sebesar 103,52448 kg/hari, dan pada segmen 3 yaitu sebesar 1699,7471 kg/hari.
3. Penerapan Model Qual2Kw dalam menentukan daya tampung beban pencemaran Sungai Tembuku parameter BOD dan COD yaitu dengan melakukan input data kualitas dan hidrolis air, melakukan kalibrasi model dengan *trial and error*, melakukan validasi dengan metode RSMPE, melakukan simulasi dengan menggunakan 3 skenario, menghitung beban pencemar masing masing parameter pada 3 segmen, lalu menghitung daya tampung beban pencemar BOD dan COD berdasarkan 3 segmentasi.

Daftar Pustaka

- Angello, Z.A.; Behailu, B.M.; Tränckner, J. (2021). Selection of Optimum Pollution Load Reduction and Water Quality Improvement Approaches Using Scenario Based Water Quality Modeling in Little Akaki River, Ethiopia. *Water* 2021, 13, 584. <https://doi.org/10.3390/w13050584>
- Fadly, N. A. (2008). Daya Tampung dan Daya Dukung Sungai Ciliwung dan Strategi Pengelolaannya. Tesis. Program Studi Teknik Sipil, Program Pascasarjana Bidang Ilmu Teknik, Universitas Indonesia, Depok.
- Drolc, A., Konkan, J.Z.Z., 1996. Water quality modeling of the river Sava, Slovenia. *Water Res.* 30 (11), 2587–2592.
- Komarudin, M., Hariyadi, S. and Kurniawan, B. (2015). Analysis Pollution Load Capacity Pesanggrahan River (Segment Depok City) using Numeric and Spatial Model. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 5(2), pp. 121–132. doi: 10.19081/jpsl.5.2.121.
- Marlina, N. (2015). Evaluasi Daya Tampung Terhadap Beban Pencemar Menggunakan Model Kualitas Air (Studi Kasus: Sungai Winongo). Volume 4 (2): 78-86.
- McGrane, S.J. (2016). Impacts of urbanisation on hydrological and water quality dynamics, and urban water management: A review. *Hydrol. Sci. J.* 2016, 61, 2295–2311. [CrossRef]
- Prakash Raj Kannela.; S. Leea.; Y.-S. Leeb.; S.R. Kanelc.; G.J. Pelletier. (2007). Application of automated QUAL2Kw for water quality modeling and management in the Bagmati River, Nepal. *ecological modelling* 202. 503–517. Sciencedirect.
- Qin, H.P.; Su, Q.; Khu, S.T.; Tang, N. (2014). Water quality changes during rapid urbanization in the Shenzhen river catchment: An integrated view of socio-economic and infrastructure development. *Sustainability* 2014, 6, 7433–7451.
- Ouyang, T.; Zhu, Z.; Kuang, Y. (2006). Assessing impact of urbanization on river water quality in the Pearl River Delta Economic Zone, China. *Environ. Monit. Assess* 2006, 120, 313–325.
- Rencana Strategis Badan Lingkungan Hidup Kota Jambi Tahun 2013-2015.
- Schnoor, J. L. (1997). *Phytoremediation: Technology Evaluation Report*. Gwrtac E Series.
- Wiwoho (2005). Model Identifikasi Daya Tampung Beban Cemar Sungai dengan QUAL2E (Study Kasus Sungai Babon). Semarang: Universitas Diponegoro.
- Zurita, A.; Aguayo, M.; Arriagada, P.; Figueroa, R.; Díaz, M.E.; Stehr, A. (2021). Modeling Biological Oxygen Demand Load Capacity in a Data-Scarce Basin with Important Anthropogenic Interventions. *Water* 2021, 13, 2379. <https://doi.org/10.3390/w13172379>
- _____. Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 Tentang Pengelolaan dan Pengendalian Pencemaran Air.
- _____. Dalam Rencana Strategis Badan Lingkungan Hidup Kota Jambi Tahun 2013, Sungai Tembuku memiliki tingkat pencemaran tertinggi di Sungai Kota Jambi