



Identifikasi Kualitas Air Sungai Kalimas Menggunakan Pemodelan QUAL2kw

Muhammad Rizal Pambudi¹, Yayok Suryo Purnomo^{2*}, Naniek Ratni JAR³, Okik Hendriyanto Cahyonugroho⁴

^{1,2*,3,4}Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur,
Jalan Raya Rungkut Madya, Kota Surabaya, 60293, Indonesia
Email : ¹rizalp2022@gmail.com, ^{2*}yayoksp.tl@upnjatim.ac.id

Abstract

“The Kalimas River is a river that runs across The Surabaya City. This river is a tributary of the Surabaya River. There are few functions of this river, namely as one of the main drainage channels, fishing locations. From the water quality data collected by DLH Surabaya City, Kalimas river water quality is included in class III. The 2020-2025 Regional Medium-Term Development Plan states that the Kalimas River has function as river transportation and tourism facilities. Meanwhile, in Permen LH No. 5 of 2021, class II rivers can be the only one used as tourism facilities. Because of this, efforts or studies are needed so that the river can make up to class II standards. , what is the level of contamination in the water body, it is also necessary to know the maximum capacity level of the Kalimas River. The first steps is to identify the quality of the Kalimas River using the QUAL2KW Modeling method, with 3 skenarios to take into account the calibration of each parameter, parameter values in the coming year, and the natural conditions of the Kalimas River without pollutant load input. The results of the study show that currently the Kalimas River is in class III and has a pollution carrying capacity for BOD parameters of 1.29 kg/day to 7.29 kg/day; the COD parameter is 0.48 kg/day to 5.62 kg/day; the TSS parameter is 257.12 to 257.99 kg/day.”

Keywords : Kalimas River, Water Parameter Analysis, QUAL2Kw Model, BOD and COD, Pollution Load Capacity

Abstrak

“Sungai Kalimas adalah sungai yang melintasi Kota Surabaya. Sungai ini merupakan pecahan anak Sungai Surabaya. Terdapat beberapa fungsi dari sungai ini yaitu sebagai salah satu saluran drainase utama, lokasi memancing. Dari data kualitas air yang dihimpun oleh DLH Kota Surabaya, kualitas air sungai kalimas termasuk ke dalam kelas III. Rancangan Pembangunan Menengah Jangka Menengah Daerah Tahun 2020-2025 menyebutkan bahwa Sungai Kalimas digunakan untuk sebagai sarana transportasi sungai dan sarana pariwisata. Sedangkan dalam Permen LH No. 5 Tahun 2021, baru sungai kelas II yang dapat digunakan sebagai sarana pariwisata. Dikarenakan hal tersebut, diperlukan upaya atau studi agar Sungai Kalimas dapat memenuhi baku mutu kelas II, seberapa tingkat pencemaran yang ada di badan sungai, juga harus perlu diketahui tingkat daya tampung maksimal pada Sungai Kalimas. Salah satu langkah yang pertama yang perlu dilakukan adalah identifikasi kualitas Sungai Kalimas menggunakan metode Pemodelan QUAL2KW, dengan 3 skenario untuk memperhitungkan kalibrasi masing - masing parameter, nilai parameter pada tahun yang akan datang, serta kondisi alami Sungai Kalimas tanpa masukan beban pencemar. Hasil pemodelan menunjukan bahwa Sungai Kalimas termasuk dalam kelas III dan mempunyai daya tampung untuk BOD sebesar 1,29 kg/hari sampai 7,29 kg/hari ; parameter COD sebesar 0,48 kg/hari sampai 5,62 kg/hari ; parameter TSS adalah 257,12 sampai 257,99 kg/hari.”

Kata Kunci : Sungai Kalimas, Analisa Parameter Air, Pemodelan QUAL2Kw, BOD dan COD, Daya Tampung Beban pencemaran

1. PENDAHULUAN

Sungai Kalimas adalah satu dari beberapa sungai di Kota Surabaya. Dalam aktivitas Kota Surabaya sehari – hari, Sungai Kalimas digunakan sebagai angkutan umum atau angkutan pariwisata ; bahan baku air bersih, penampungan saluran drainase, saluran pembuangan air olahan IPAL dari industri, lokasi memancing ikan (RPJMD, 2016). Salah satu fungsi dari Sungai Kalimas adalah sebagai saluran pembuangan air olahan IPAL dari industri. Berbagai kegiatan industri di sepanjang Sungai Kalimas yang menghasilkan berbagai macam muatan air limbah, berpotensi menimbulkan pencemaran dan dapat menurunkan kualitas air sungai (Nugroho Kartiko Adi, 2019). Maka dari itu perlu direncanakan program atau langkah yang bertujuan agar Sungai Kalimas dapat memenuhi kualitas baku mutu sesuai dengan RPJMD yang telah direncanakan.

Sebelum langkah antisipasi pengelolaan kualitas air sungai dilakukan oleh pihak terkait, perlu dilakukan perhitungan daya tampung beban pencemaran Sungai Kalimas pada segmen sungai dari Bendungan Sungai Wonokromo sampai pada segmen Jembatan BAT. Pada penelitian Laili Maghfiroh (2016), kualitas air Sungai Kalimas segmen Taman Prestasi sampai Jembatan Petekan pada parameter BOD, COD, dan TSS melebihi baku mutu kelas II. Pada penelitian ini, dilakukan analisa pada segmen Bendungan Wonokromo sampai Jembatan BAT. Penentuan segmen ini dilakukan dengan dasar masih belum ada penelitian dengan pembahasan sama di segmen tersebut, juga pada saat yang bersamaan sebagai pendukung dan penambah penelitian sebelumnya.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dan masukan bagi para akademisi atau para aktivis lingkungan, maupun pembuat kebijakan terkait aktivitas Sungai Kalimas

Pemodelan QUAL2KW adalah pemodelan satu dimensi, arus aliran tenang dan kompatibel dengan operasi *system Windows*. Pemodelan QUAL2KW dapat mensimulasikan beberapa parameter seperti suhu, pH, *dissolved oxygen*, *ammonia*, *organic phosphorus*, *total nitrogen*, *total phosphorus*, *phytoplankton*, *oxygen demand*, *organic nitrogen*, and *bottom algae* (Kannel *et al.*, 2018). Dalam kalibrasi, pemodelan ini menggunakan *Genetic Algorithm* untuk memaksimalkan hasil pemodelan dengan data nilai parameter yang disesuaikan dengan skenario yang dikehendaki (Hag, 2021). Pemodelan ini dapat menggunakan 2 macam CBOD (cepat dan lambat) dan dapat mengkonversi jumlah kematian alga, makrofita dan detritus (Mulla, Krishna and Kumar, 2019).

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Gambaran Penelitian

Penelitian ini dimulai dari hulu Sungai Kalimas dan berakhir di Sungai Kalimas bagian Jembatan BAT (*British America Tobacco*), dengan panjang sungai sekitar 1,34 km. Total panjang sungai sebagai wilayah lingkup penelitian adalah 1,34 km. Sungai dibagi menjadi 3 segmen dan terdapat 13 titik pengambilan sampel, dengan rincian 4 titik di badan sungai, 2 titik di anak sungai dan 7 titik di saluran drainase atau *non point sources*. Pembagian segmen Sungai Kalimas beserta identifikasinya terdapat pada tabel di bawah.

Tabel 1. Keterangan Pembagian Segmen Sungai Kalimas

No	Segmen	Elevasi (m)		Panjang (km)	Koordinat	
		Hulu	Hilir		Hulu	Hilir

1	Segmen 1	7	6	0,35	7°17'56.99"S	7°17'49.01"S
					112°44'22.93"E	112°44'30.43"E
2	Segmen 2	6	6	0,66	7°17'49.01"S	7°17'27.89"S
					112°44'30.43"E	112°44'32.81"E
3	Segmen 3	6	5	0,33	7°17'27.89"S	7°17'19.19"S
					112°44'32.81"E	112°44'39.38"E

2.2. Pengambilan Data dan Pengolahan Data

Penelitian ini melibatkan parameter hidrologi dan kualitas air. Untuk parameter hidrologi, parameter yang diukur adalah debit air, kecepatan air, kedalaman sungai. Lalu untuk parameter kualitas air sungai menggunakan parameter BOD, COD, TSS, Suhu, dan pH.

1. Data Primer

Data primer diperoleh melalui pengambilan data secara langsung di wilayah lingkup penelitian. Data yang diambil berupa data kualitas parameter air sungai dan hidrologi. Data kualitas air dibagi menjadi 3 yaitu, data kualitas badan air sungai (*stream source*), data kualitas pencemar tak tentu (*non point sources*), dan data kualitas pencemar tertentu (*point sources*). Juga pada setiap titik diambil data koordinat via satelit. Untuk data hidrologi, parameter yang diambil adalah kecepatan air, debit sungai, lebar penampang basah sungai, dan kedalaman sungai. Data primer yang diambil berentang waktu pada 19 Juli 2022.

Dalam pengambilan data primer yang berupa sampel air digunakan alat berupa water sampler model vertikal, untuk pengukuran lebar sungai digunakan *meter*, sedangkan untuk pengukuran kedalaman sungai digunakan pemberat yang diikatkan pada tali ukur.

2. Data Sekunder

Data sekunder di penelitian ini berupa data riwayat nilai parameter air sungai, data historis hidrologi sungai, nilai parameter klimatologi, dan data historis jumlah penduduk di wilayah sekitar sungai beradius 500 meter. Data historis kualitas dan hidrologi air sungai diperoleh dengan bantuan Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya. Data terkait klimatologi (titik embun, suhu udara, kecepatan angin, intensitas matahari, tutupan awan) diperoleh dari BMKG Tanjung Perak. Sedangkan data penduduk diambil dari website BPS Kota Surabaya.

Kalibrasi Pemodelan

Kalibrasi pemodelan dilakukan untuk menyesuaikan data model sehingga mendekati data eksisting lapangan. Kalibrasi pemodelan ini dilakukan dengan metode *trial and error*.

Running Pemodelan

Dalam penelitian ini terdapat 3 skenario yang direncanakan, sebagai berikut :

1. Skenario pertama digunakan sebagai basis pemodelan dan kalibrasi berdasar pada kualitas air sungai secara eksisting. Data yang diinput meliputi data kualitas air

tiap titik (titik badan air sungai, *non point sources*, *point sources*), data klimatologi, dan data hidrologi air. Parameter kualitas air yang dimodelkan adalah pH, suhu, COD, BOD, dan TSS. Skenario 1 ini, juga berfungsi sebagai model kalibrasi.

2. Skenario kedua digunakan untuk memodelkan kualitas air sungai pada tahun kelima atau tahun 2026. Dalam skenario ini, debit *non point sources* atau saluran drainase didapat dari perhitungan jumlah air buangan domestic dari proyeksi penduduk Tahun 2026. . Untuk point source, jumlah yang diinput masih tetap (tidak dirubah). Penentuan angka 5 tahun, dikarenakan dalam PP Nomor 82 Tahun 2001 disebutkan bahwa penentuan daya tampung beban pencemaran air dilakukan setiap 5 tahun sekali. Prediksi jumlah penduduk pada skenario ini menggunakan metode eksponensial
3. Skenario 3 berupa pemodelan dengan mengasumsikan tidak terdapat zat pencemar yang dibuang ke sungai atau mengkondisikan sungai ke kondisi yang asli. Tujuan utama dari skenario ini adalah sebagai gambaran Sungai Kalimas pada kondisi alaminya dan untuk mengetahui kemampuan self purifikasinya. Daya self purification akan semakin baik seiring dengan panjang jarak sungai, dengan catatan tak ada beban pencemar masuk ke sungai (Adis and Juliardi AR, 2021).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Analisa Lapangan

Hasil analisa lapangan terbagi menjadi 2 bagian, data kualitas parameter air dan data kualitas parameter hidrolika. Data hasil analisa kualitas air Sungai Kalimas terdapat pada Tabel 2

Tabel 2. Hasil Uji Laboratorium Nilai Kualitas Air Sungai Kalimas

Titik Sungai	pH	Suhu	TSS	BOD	COD
Titik 1	7,26	29,8	26	3	25
Titik 2	7,15	30,13	49	8	21
Titik 3	7,25	30,1	4	9	21
Titik 4	7,13	29,5	35	7	17
Titik 5	6,81	29,1	10	14	31
Titik 6	7,14	29,3	17	14	31
Titik 7	7,10	28,7	8	40	93
Titik 8	7,21	29,6	27	11	24
Titik 9	7,30	27,3	25	11	24,5
Titik 10	7,14	29,9	33	8	20
Titik 11	7,09	28,8	25	13	20

Titik 12	7,22	29,7	23	3	23
Titik 13	7,13	29,1	27	15	28
PP 22 Tahun 2021	6 - 9	Dev 5	50	3	25

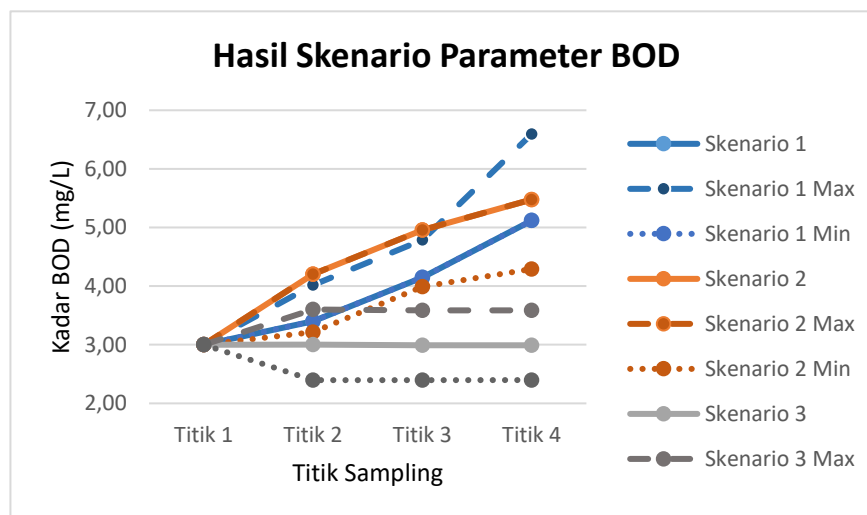
Hasil analisa pada parameter hidrolika yang mencakup debit sungai, kecepatan aliran air, lebar muka air sungai, juga kedalaman rata-rata sungai terdapat pada tabel dibawah

Tabel 3. Hasil Analisa Parameter Hidrolika Air Sungai Kalimas

Tabel Parameter Hidrolika Sungai Kalimas				
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4
Kecepatan	0,58	0,53	0,51	0,62
Lebar	14,3	25,807	26,08	25,97
Debit	29,86	40,62	38,29	47,18
Kedalaman	3,6	2,97	2,77	2,933

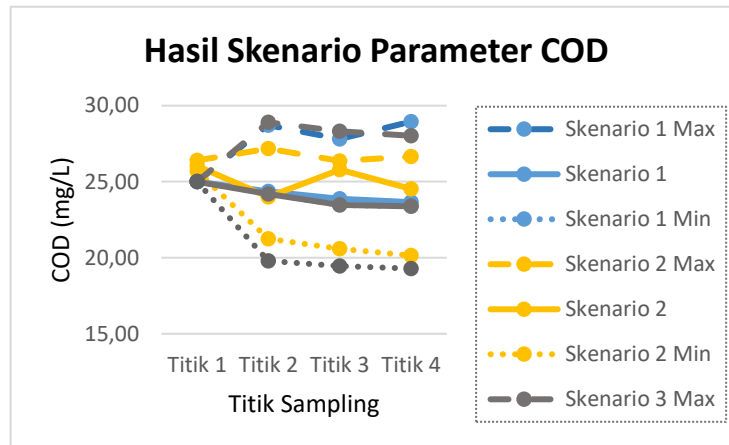
3.2 Hasil Pemodelan Skenario

Hasil *running* pemodelan QUAL2Kw dalam tiap parameter yang dianalisa dibagi ke dalam nilai *Max*, *Min*, dan rata-rata. Untuk hasil *running* pemodelan QUAL2Kw terdapat pada Gambar 1 – 5 sebagai berikut :

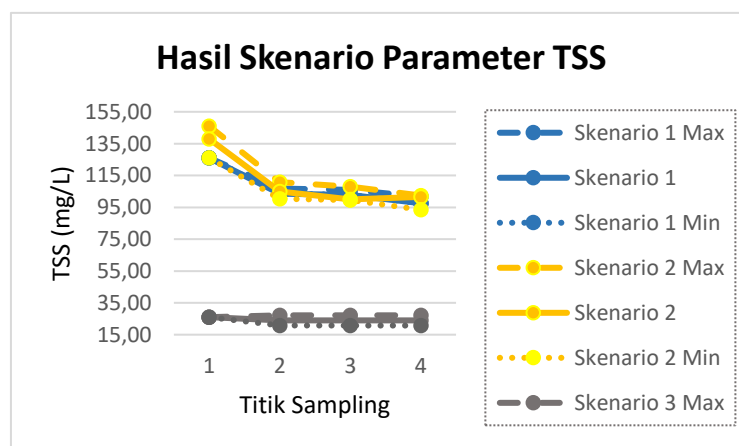


Gambar 1. Grafik Hubungan Titik Sampling dengan Kadar BOD pada tiap Skenario

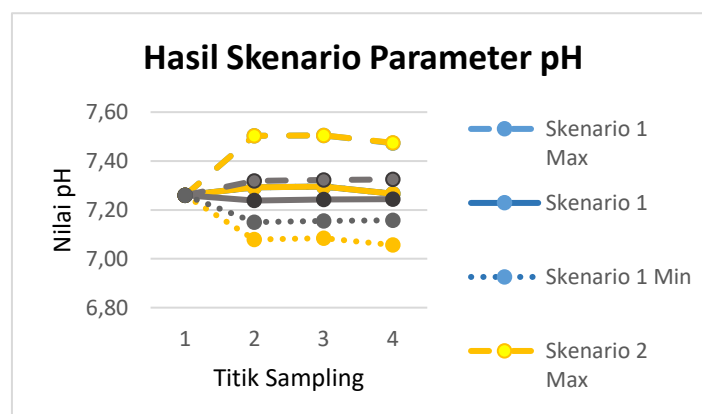
Sumber : Hasil Perhitungan (2022)



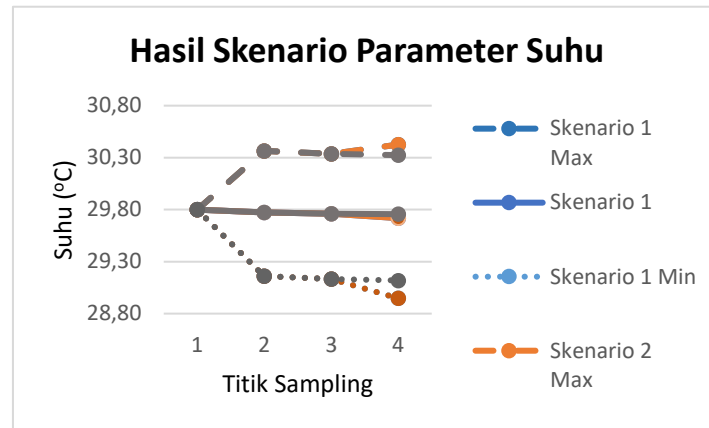
Gambar 2. Grafik Hubungan Titik Sampling dengan Kadar COD pada tiap Skenario
 Sumber : Hasil Perhitungan (2022)



Gambar 3. Grafik Hubungan Titik Sampling dengan Kadar TSS pada tiap Skenario
 Sumber : Hasil Perhitungan (2022)



Gambar 4. Grafik Hubungan Titik Sampling dengan Nilai pH pada tiap Skenario



Gambar 5. Grafik Hubungan Titik Sampling dengan Tingkat Suhu pada tiap Skenario

Sumber : Hasil Perhitungan (2022)

1. Skenario 1

Dari hasil skenario 1, grafik model mengalami peningkatan yang beragam untuk tiap parameter. Nilai BOD cenderung mengalami penurunan seiring dengan partambahan jarak. Penurunan nilai diduga sebagai akibat dari debit air bertambah ke Sungai Kalimas lebih besar dibanding pertambahan tingkat BOD yang masuk. Parameter suhu cenderung stagnan dengan perubahan yang tidak terlalu besar antara 29⁰C dan 30,5⁰C parameter COD dan TSS mengalami kenaikan berturut - turut dari nilai 23,38 mg/L ke 25 mg/L dan 97,57 mg/L ke 126 mg/L seiring dengan pertambahan jarak, hal ini diduga dikarenakan pertambahan limbah domestik yang masuk di sepanjang sungai. Untuk parameter pH cenderung stagnan dengan perubahan yang tak terlalu signifikan dari 7,26 ke 7,30.

2. Skenario 2

Dari grafik dapat disimpulkan setiap parameter mulai dari suhu, pH, BOD, COD dan TSS mengalami perubahan yang cenderung naik nilainya. Hal ini dikarenakan debit yang bertambah seiring dengan pertambahan penduduk. Parameter BOD mengalami kenaikan dengan peningkatan tertinggi di titik 2 dan 3 sebesar 0,8 mg/L dibanding pada skenario 1, hal ini diduga karena beban domestik yang meningkat seiring pertambahan penduduk. Parameter COD mengalami peningkatan di titik 3 dan 4 sebesar 1,7 mg/L dan 1,2 mg/L, yang juga berasal dari peningkatan beban domestic seiring dengan pertambahan penduduk (Aliifia, 2018). Parameter pH cenderung stagnan dari skenario 1. Parameter TSS mengalami kenaikan di titik 2 dan 4, sedangkan nilai di titik 3 turun, hal ini adalah sebab dari debit hulu dan debit limbah domestik yang bertambah juga.

3. Skenario 3

Berdasar pada grafik, sebagian besar parameter yang telah disimulasikan pada cenderung menunjukkan penurunan hasil yang stagnan dengan perbedaan nilai yang kecil. Nilai parameter suhu, pH, BOD, COD, dan TSS sudah memenuhi nilai baku mutu air kelas 2. Namun khusus parameter COD dan BOD pada titik 4 mempunyai nilai 3 mg/L dan 25 mg/L, yang mana nilai tersebut sama dengan batas bawah dari nilai baku mutu kelas 2. Juga parameter COD pada titik 3 dan 4 menunjukkan peningkatan dari 23,65 mg/L ke 25 mg/L, hal ini diduga dikarenakan pada titik tersebut terjadi peningkatan suhu sebesar 0,03°C. Dengan meningkatnya temperatur air, dapat menyebabkan peningkatan pada nilai

COD (Khanifan Jaya Trinata, 2017). Juga menurut (Arora and Kazmi, 2015) perubahan suhu udara dan air berpengaruh pada peningkatan dan penurunan aktivitas mikroba dalam air.

3.3 Daya Tampung Beban Pencemaran

Berdasar dari simulasi yang telah dijalankan, hasil dari simulasi tersebut dapat digunakan untuk menentukan daya tampung dari beban pencemaran dari sungai. Perhitungan ini melibatkan data hasil skenario 1 dan 3. Dengan menselisihkan data hasil kedua simulasi, simulasi 1 (beban pencemar eksisting/penuh) dikurangi oleh skenario 3 (kondisi tanpa pencemar), maka didapatkan daya tampung beban pencemaran sungai. Berikut di bawah merupakan hasil perhitungan daya tampung beban pencemaran Sungai Kalimas.

Tabel 4. Nilai Beban Pencemaran Skenario 1

Beban Pencemaran Sungai Kalimas Skenario 1			
Titik	BOD	COD	TSS
	kg/dtk	kg/dtk	kg/dtk
1	0,90	7,47	37,62
2	1,27	9,10	38,67
3	1,55	8,92	38,41
4	2,03	9,39	38,71

Tabel 5. Nilai Beban Pencemaran Skenario 3

Beban Pencemaran Sungai Kalimas Skenario 3			
Titik	BOD	COD	TSS
	kg/dtk	kg/dtk	kg/dtk
1	0,90	7,47	7,76
2	1,12	9,04	8,96
3	1,12	8,77	8,97
4	1,19	9,28	9,34

Tabel 6. Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai

Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Kalimas			
Titik	BOD	COD	TSS
	kg/hari	kg/hari	kg/hari
1	0	0	257990
2	1294	478	256714
3	3725	1330	254405
4	7293	944	253789

Hasil perhitungan daya tampung pada segmen Bendungan Wonokromo sampai Jembatan BAT menunjukkan daya tampung TSS yang semakin menurun seiring dengan pertambahan jarak, sedangkan nilai daya tampung COD mengalami fluktuasi dan daya tampung BOD mengalami peningkatan. Kisaran nilai daya tampung COD dan TSS pada penelitian ini sangat berbeda signifikan dengan penelitian dair Laili Maghfiroh (2016), yang mana daya tampung parameter TSS dan COD berada di rentang 25000 kg/hari sampai 7000 kg/hari.

3.4 Tingkat Pencemaran

Untuk mengetahui tingkat pencemaran pada tiap titik Sungai Kalimas digunakan metode Indeks Pencemaran yang berdasar pada Kepmen Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003. Tingkat pencemaran yang diukur adalah pada kondisi eksisting. Berdasar perhitungan yang dilakukan, titik 1 dan titik 2 termasuk dalam kategori tercemar ringan dengan nilai indeks berturut turut 1,26 ; 1,13. Sedangkan titik 3 dan 4 masuk dalam kategori kondisi baik dengan nilai indeks berturut turut 0,95 dan 0,84.

Tabel 7. Perhitungan Indeks Pencemaran pada Titik Lokasi Sungai

Parameter	Ci	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4
		Ci/Lix baru	Ci/Lix baru	Ci/Lix baru	Ci/Lix baru
Suhu	29,80	0,04	0,04	0,05	0,05
pH	7,26	0,14	0,12	0,12	0,13
BOD	3,00	1,67	1,47	1,21	0,98
COD	25,00	1,00	1,03	1,05	1,06
TSS	126,00	0,40	0,48	0,49	0,51
Jumlah		3,24	3,14	2,90	2,73
Rata-rata		0,65	0,63	0,58	0,55
Maksimum		1,67	1,47	1,21	1,06
Pij		1,26	1,13	0,95	0,84
Keterangan		Tercemar Ringan	Tercemar Ringan	Kondisi Baik	Kondisi Baik

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa tingkat pencemaran pada Sungai Kalimas segmen Bendungan Sungai Wonokromo – Jembatan BAT bervariasi antara tercemar ringan dan kondisi baik. Titik 1 dan titik 2 tergolong tercemar ringan, sedangkan titik 3 dan 4 tergolong dalam kondisi baik. Sedangkan untuk kualitas parameter air Sungai Kalimas pada kondisi eksisting berada di kelas III Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, dengan nilai parameter pH terbesar 7,3 di titik 3 dan terendah 7,26 di titik 1 ; parameter suhu terbesar berada 29,8°C di titik 1 dan terendah 29,72 di titik 4 ; parameter BOD terbesar 5,12 mg/L di titik 4 dan terendah 3 mg/L di titik 1 ; parameter TSS terbesar 126 mg/L di titik 1 dan terendah 97,57 mg/L di titik 4 ; parameter COD terbesar 25 mg/L di titik 1 dan terendah 23,65 mg/L di titik 4. Lalu untuk hasil perhitungan daya tampung pada segmen Bendungan Wonokromo sampai Jembatan BAT menunjukkan daya tampung TSS terbesar berada di titik 1 dengan nilai 257389 kg/hari, sedangkan untuk BOD terbesar berada di titik 4 dengan nilai 7293 kg/hari dan untuk COD terbesar berada di titik 3 dengan nilai 944 kg/hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih atas kerja sama dari pihak Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya, Dinas Sumber Daya Air dan Bina Marga Kota Surabaya terkait bantuan informasi dalam penelitian ini.

REFERENCES

- Adis, M. R. N. and Juliardi AR, N. R. (2021) ‘Analisis Distribusi Pencemaran Biological Oxygen Demand (Bod) Dan Dissolved Oxygen (Do) Dengan Metode Geographic Information System (Gis) Dan Streeter Phelps Di Sepanjangkali Surabaya’, *Jurnal Envirotek*, 13(2), pp. 10–15. doi: 10.33005/envirotek.v13i2.108.

- Aliifia, A. (2018) 'PEMODELAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMAR AIR LIMBAH KE SUNGAI KALI SURABAYA'.
- Arora, S. and Kazmi, A. A. (2015) 'ScienceDirect The effect of seasonal temperature on pathogen removal efficacy of vermifilter for wastewater treatment', *Water Research*. Elsevier Ltd, 74, pp. 88–99. doi: 10.1016/j.watres.2015.02.001.
- BLH Surabaya (2014) *BUKU LAPORAN STATUS LINGKUNGAN HIDUP DAERAH KOTA SURABAYA 2014.pdf*.
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya (2015) 'Petunjuk Teknis Pengelolaan Limbah Cair Kegiatan Perhotelan PEMERINTAH KOTA SURABAYA', *Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya*, p. 81.
- Errijanto, R. *et al.* (2018) *Profil Keanekaragaman hayati & Ekosistem Kota Surabaya 2018*, Pemerintah Kota Surabaya Dinas Lingkungan Hidup.
- Giraldo-b, L. C. *et al.* (2015) 'Water quality modeling of the Medellin river in the Aburrá Valley Modelación de la calidad de agua del Río Medellín en el Valle de Aburrá', 82(192), pp. 195–202.
- Graha, I. M. S. (2017) 'IDENTIFIKASI KUALITAS AIR KALI DAMI SURABAYA METODE QUAL2KW IDENTIFICATION OF WATER QUALITY ON KALI DAMI SURABAYA USING QUAL2KW'.
- Haq, D. (2021) 'Analisis Daya Tampung Beban Cemar TSS Dan Fosfat Di Bagian Tengah Sungai Winongo Dengan Metode Qual2Kw', *Skripsi*, p. 94. Available at: <https://dspace.uui.ac.id>.
- Kannel, P. R. *et al.* (2018) 'Application of QUAL2Kw for water quality modeling and dissolved oxygen control in the river Bagmati', *Environmental Monitoring and Assessment*, 125(1–3), pp. 201–217. doi: 10.1007/s10661-006-9255-0.
- Khanifan Jaya Trinata, A. N. (2017) 'Effect of Temperature to Chemical Oxygen Demand (COD) Value in Treatment of Dye Waste Liquid Screen Printing Industry Using Distillation Method'.
- Mulla, N. H., Krishna, B. M. and Kumar, B. M. (2019) 'A Review on Water Quality Models : QUAL , WASP , BASINS , SWAT and AGNPS', 3(4), pp. 58–68.
- Nugroho Kartiko Adi (2019) 'Peranan Sungai Kalimas Sebagai Sarana Transportasi Sungai Kota Surabaya Tahun (1900-1952)', *Journal Pendidikan Sejarah*, 7(1). Available at: <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/avatara/article/view/27163>.
- PUPR, K. (1996) 'Modul Proyeksi Kebutuhan Air Dan Identifikasi Pola Fluktuasi Pemakaian Air', *Perencanaan Jaringan Pipa Transmisi Dan Distribusi Air Minum*, pp. 1–16.
- Purba, R. H., Mubarak and Galib, M. (2018) 'Sebaran Total Suspended Solid (TSS) Di Kawasan Muara Sungai Kampar Kabupaten Pelalawan Provinsi Riau', *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 23(1), pp. 21–30.
- Putri, risky (2020) 'Hubungan Kualitas Air (pH) dan Personal Hygiene dengan Keluhan Penyakit Kulit di Desa Sumberrahayu Kecamatan Moyudan kabupaten Sleman Yogyakarta', *Eprints.Uad.Ac.Id*, 00, pp. 1–12.
- Rosmawati (2020) 'Jurnal Biology Science & Education', *Jurnal Biology Science and Education*, 2(2), pp. 159–169.
- Royani, S. (2019) 'KAJIAN COD DAN BOD DALAM AIR DI LINGKUNGAN TEMPAT PEMROSESAN AKHIR (TPA) SAMPAH KALIORI KABUPATEN BANYUMAS', pp. 1–64.
- RPJMD (2016) 'Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kota Surabaya Tahun 2016-2021', *RPJMD Kota Surabaya*, p. 636.