

Evaluasi Daya Tampung Beban Pencemaran Air Sungai Wonokromo (Kali Jagir) Kota Surabaya

Izdiyadatu Mawaddati^{1,*}, Ida Munfarida², Abdul Hakim³

^{1,2,3} Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya, Indonesia

*izdydaty@gmail.com

Abstract

Rivers have various important roles in life. River water is an important source of surface water for households, agriculture, industry and energy production. However, currently there has been a lot of pollution in river water, including the Kali Jagir river in the city of Surabaya. The river has a maximum capacity to receive wastewater, namely the maximum pollution load capacity. Monitoring the capacity of river water is needed to analyze the capacity of the river so that various efforts can be made to improve the quality of river water and control its pollution. This research is an observational and experimental research. The water sampling point was determined using the purposive sampling method by dividing the Jagir River into 3 segments as upstream, middle and downstream. Parameters tested include temperature, TSS (Total Suspended Solid), pH, BOD (Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), and DO (Dissolved Oxygen). Based on the results of the study, the value of the pollution load capacity of Kali Jagir has exceeded the threshold/maximum pollution load capacity that can be accepted by the water body of Kali Jagir. The total capacity of the pollution load at Kali Jagir based on the TSS parameter was -9.719.072.06 kg/day, the COD parameter was -5.398.362.20kg/day and the smallest pollution load capacity was the BOD parameter which was -100.657, 91 kg/day.

Keywords: Kali Jagir, Pollution load capacity, Water quality

Abstrak

Sungai memiliki berbagai peran penting dalam kehidupan. Air sungai merupakan sumber air permukaan yang penting untuk rumah tangga, pertanian, industri dan produksi energi. Namun saat ini telah terjadi banyak pencemaran di air sungai termasuk sungai Kali Jagir di Kota Surabaya. Sungai memiliki daya tampung maksimum untuk menerima air limbah, yaitu daya tampung beban maksimum. Memantau daya tampung air sungai diperlukan untuk menganalisis kapasitas sungai sehingga dapat dilakukan berbagai upaya peningkatan kualitas air sungai dan pengendalian pencemarannya. Penelitian ini merupakan penelitian observasional dan eksperimental. Titik pengambilan sampel air ditentukan dengan menggunakan metode *purposive sampling* dengan membagi Kali Jagir dalam 3 segmen sebagai hulu, tengah dan hilir. Parameter yang diuji meliputi temperatur air, TSS (Total Suspended Solid), pH, BOD (Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), dan DO (Dissolved Oxygen). Berdasarkan hasil penelitian, nilai daya tampung beban pencemaran Kali Jagir Kota telah melebihi ambang batas daya tampung beban pencemaran maksimal yang dapat diterima oleh badan air Kali Jagir. Total daya tampung beban pencemaran pada Kali Jagir berdasarkan parameter TSS adalah -9.719.072,06 kg/hari, parameter COD yaitu sebesar -5.398.362,20kg/hari dan daya tampung beban pencemaran terkecil yaitu pada parameter BOD yaitu sebesar -100.657,91 kg/hari.

Kata Kunci: Kali Jagir, Daya Tampung Beban Pencemaran, Kualitas Air

1. PENDAHULUAN

Sungai memiliki berbagai peran penting dalam kehidupan. Sungai di perkotaan umumnya dijadikan tempat rekreasi dan sebagai sumber air baku untuk air minum. Selain itu, sungai memainkan peran penting

dalam siklus air, siklus sedimen, keseimbangan energi dan ekologi.

Air sungai merupakan sumber air permukaan yang penting untuk rumah tangga, pertanian (misalnya irigasi, peternakan) dan industri (misalnya air dalam pengolahan dan produksi energi). Selain itu, sungai juga

menyediakan banyak jasa ekosistem (misalnya pariwisata). Kuantitas dan kualitas air sungai sangat tergantung pada limpasan, perubahan musim dan kondisi tanah serta vegetasi yang dilaluinya dalam perjalanannya menuju ke laut.

Namun dibalik keberagaman manfaat dari air sungai, saat ini telah terjadi banyak pencemaran di air sungai. Pencemaran air terjadi ketika suatu zat dalam konsentrasi yang tidak diinginkan terdapat di sungai misalnya bahan kimia, limbah, atau limbah yang masuk ke dalam air dan membuat air tidak layak untuk dimanfaatkan. Banyak penelitian yang telah membuktikan pencemaran air sungai oleh pencemar dengan konsentrasi rendah hingga konsentrasi tertinggi di sungai. Widodo dkk (2019) telah membuktikan bahwa sungai Grenjeng merupakan salah satu sumber air irigasi yang saat ini tercemar oleh limbah dari kegiatan industri, peternakan dan domestik. Diketahui bahwa indeks pencemaran air sungai pada musim kemarau telah mencapai tingkat tercemar sampai sangat tercemar dan indeks air sungai pada musim hujan telah mencapai tingkat tercemar sedang sampai tercemar. Hal ini salah satunya diakibatkan oleh pembuangan sampah ke sungai. Kondisi ini menunjukkan bahwa sampah yang dibuang ke badan sungai secara langsung dapat mempengaruhi kualitas air sungai. Peneliti lain di India juga membuktikan bahwa Sungai Yamuna telah menjadi salah satu sungai yang paling tercemar di India dan juga di dunia karena pertumbuhan penduduk dengan kepadatan tinggi dan industrialisasi yang cepat. Sungai Yamuna sangat tercemar. Sungai Yamuna di Dehradun tercemar karena aktivitas wisata yang luar biasa, fasilitas pembuangan limbah yang buruk, dan fasilitas pengelolaan air limbah yang tidak memadai (Sharma dkk, 2020).

Polusi air sungai dapat berdampak negatif pada kesehatan manusia. Penelitian Pareek dkk (2020), menyebutkan bahwa penyakit yang ditularkan melalui air yang telah diamati adalah Penyakit Kuning, Diare, Tifus, Hepatitis, Malaria, dll. Penyakit yang ditularkan melalui air, sering timbul dari polusi air, merupakan penyebab utama kematian di negara berkembang (Garg dkk, 2018). Pencemaran sungai tidak dapat dipungkiri dapat terjadi di seluruh Sungai di dunia, Indonesia dan Kota Surabaya pada khususnya.

Sungai Jagir atau Sungai Wonokromo/Kali Jagir merupakan bagian dari DAS Brantas. Kali Jagir ini terletak di sepanjang Jl. Jagir

Wonokromo yang mengalir sepanjang 9 km, dengan lebar 73 m, dan memiliki luas 253 km² (BBWS Brantas, 2011 dalam Purnamasari, 2017). Hingga saat ini, Kali Jagir dimanfaatkan sebagai pariwisata air, drainase kota, kegiatan perikanan dan peternakan, serta untuk mengaliri tanaman BLH Surabaya, 2015 dalam Purnamasari, 2017). Kali Jagir terletak di Kecamatan Wonokromo dengan jumlah penduduk 146.785 jiwa. 24% penggunaan lahan di kawasan Wonokromo merupakan daerah pemukiman yang membuang limbah domestik seperti sampah, toilet, limbah laundry, dan limbah lainnya ke aliran Kali Jagir Surabaya baik secara langsung maupun tidak langsung (Pavita dkk, 2014).

Penelitian yang dilakukan oleh Yudo & Said, (2019) menghasilkan hasil pemantauan pada PDAM Intake Jagir secara umum bahwa keadaan air Kali Surabaya di area intake PDAM Jagir telah tercemar. Ditemukan bahwa konsentrasi BOD yang paling tinggi mencapai 14,84 mg/l dan COD 53,87 mg/l sementara pH air masih normal, yaitu di kisaran 6-9 (Yudo & Said, 2019). Berdasarkan data dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kota Surabaya Tahun 2016 – 2021, Kali Jagir termasuk ke dalam Badan Air Kelas III (RPJMD Kota Surabaya tahun 2016-2021). Padahal, berdasarkan Peraturan Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 tentang Rencana Tata Ruang dan Wilayah Kota Surabaya Tahun 2014-2034, bahwa Kali Jagir merupakan tempat wisata dan pelayanan transportasi sungai yang harus memenuhi baku mutu air kelas II (Perda Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 tentang RTRW Kota Surabaya Tahun 2015-2034).

Sungai memiliki daya tampung maksimum untuk menerima air limbah, yaitu daya tampung beban maksimum. Memantau daya tampung beban pencemaran diperlukan untuk menganalisis kapasitas sungai sehingga dapat dilakukan berbagai upaya peningkatan kualitas air sungai dan pengendalian pencemarannya. Jika sungai ditemukan terlampaui daya dukung dan ambang batasnya, maka akan mengakibatkan kerusakan lingkungan yang permanen. Daya dukung beban pencemaran air sungai dapat dihitung dengan perhitungan berdasarkan UU Badan Lingkungan Hidup No. 113/2003 (Munfarida dkk, 2020).

Atas dasar permasalahan yang telah disampaikan, diperlukan evaluasi kualitas air Kali Jagir dengan perhitungan beban pencemaran sungai sebagai informasi dasar

bagi pengendalian sungai untuk memperbaiki kualitas lingkungan sungai melalui perhitungan daya tampung beban pencemaran. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui kondisi kualitas air Kali Jagir dan daya tampung beban pencemaran air sungai terhadap parameter perairan Kali Jagir Kota Surabaya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif. Penentuan titik pengambilan sampel air dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu suatu teknik penentuan titik pengambilan sampel air dengan memperhatikan pertimbangan-pertimbangan yang dilakukan peneliti antara lain berdasarkan kemudahan akses, biaya, dan waktu dalam penelitian. Titik pemeriksaan kualitas air Kali Jagir dilakukan di tiga lokasi yaitu hulu, tengah dan hilir pada masing-masing koordinat 7°18'02.2"S dan 112°44'28.5"E; 7°18'21.8"S dan 112°45'42.6"E; 7°18'38.5"S dan 112°46'49.6". Titik sampling dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Kualitas air berdasarkan parameter fisika-kimia dianalisis di Laboratorium Lingkungan, UIN Sunan Ampel Surabaya. Parameter yang diuji meliputi temperatur air, TSS (*Total Suspended Solid*/Total Padatan Terlarut), pH, BOD (*Biochemical Oxygen Demand*/Kebutuhan Oksigen Biologis), COD (*Chemical Oxygen Demand*/Kebutuhan Oksigen Kimia), dan DO (*Dissolved Oxygen*/Oksigen Terlarut).

Analisis kualitas air Kali Jagir Surabaya dilakukan dengan membandingkan data yang diperoleh dengan baku mutu (BM) setiap parameter berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup kriteria mutu air kelas III. Parameter-parameter yang diuji baik yang memenuhi dan yang tidak memenuhi

baku mutu dianalisis sebab akibatnya melalui analisis deskriptif. Setelah itu dilakukan perhitungan beban pencemar (PP RI No. 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Kriteria Air Kelas III).

Perhitungan beban pencemar mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Pada Sumber Air, dimana perhitungan terdapat dua langkah yaitu yaitu perhitungan beban pencemar maksimum (BPM) yang merupakan beban pencemaran yang maksimum diperbolehkan pada suatu badan air berdasarkan kelas peruntukannya. BPM dihitung dengan mengalikan debit sungai yang diuji dengan konsentrasi parameter terkait berdasarkan BM setiap parameter terkait. Perhitungan yang kedua adalah perhitungan beban pencemaran aktual (BPA) yang merupakan beban pencemaran yang dihasilkan di suatu badan air pada saat kondisi eksisting (kondisi saat *real time*). BPA dihitung dengan mengalikan debit dengan konsentrasi parameter yang diuji. Selisih antara BPM dan BPA disebut sebagai daya tampung beban pencemaran dan dijadikan suatu acuan apakah suatu sungai beban pencemarnya telah terlampaui atau belum, jika telah terlampaui maka harus segera dilakukan pengendalian pencemaran air sungai (Alfaroby & Wardhani, 2021).

Berikut adalah perhitungan yang digunakan dalam menghitung daya tampung beban pencemaran berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003.

Kondisi hirdolik yang diukur dalam setiap stasiun adalah luas penampang sungai ($A = m^2$), kecepatan arus ($v = m/s$) dan debit air sungai ($Q = m^3/s$) dengan formula sebagai berikut:

$$Q = v \cdot A \quad (1)$$

Beban pencemaran dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$BPA = (CA)_j \times Q_s \times f \quad (2)$$

Dimana:

BPA = Beban Pencemaran Aktual/Beban pencemaran sebenarnya (kg)

$(CA)_j$ = Konsentrasi Pencemar sebenarnya (g/m^3)

f = faktor konversi

$$= \frac{1 \text{ kg}}{1.000.000 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ liter}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{86.400 \text{ s}}{1 \text{ day}} = 86.4 \frac{\text{kg} \cdot \text{lt} \cdot \text{s}}{\text{mg} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{day}}$$

Beban pencemaran maksimum dihitung menggunakan rumus:

$$BPM = (CA)_j \times Q_s \times f \quad (3)$$

Dimana :

BPM/Beban Pencemaran Maksimum = Beban Pencemar berdasarkan Baku Mutu (kg)

(CA)_j = Konsentrasi maksimum pencemar berdasarkan baku mutu (g/m³)

f = faktor konversi

$$= \frac{1 \text{ kg}}{1,000,000 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ liter}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{86,400 \text{ s}}{1 \text{ day}} = 86,4 \frac{\text{kg} \cdot \text{lt} \cdot \text{s}}{\text{mg} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{day}}$$

Daya tampung beban pencemaran (DTBP) dapat dihitung menggunakan rumus :

DTBP = Beban pencemar berdasarkan baku mutu - beban pencemar sebenarnya (4)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hulu dari Kali Jagir Surabaya yang merupakan DAS Brantas yaitu bermula dari Gunung Arjuna, Malang, yang selanjutnya mengalir hingga di Perairan selat Madura. Aliran sungai Brantas yang bermuara di bagian hilir Bendungan Jagir kemudian terbagi menjadi dua aliran, yaitu Kali Mas yang mengalir ke utara dan Kali Jagir yang bermuara di timur menuju Perairan Madura. Kali Jagir Surabaya memiliki panjang ± 4,45 km mulai dari pintu air Kali Jagir hingga jembatan Merr di Jl. Ir Soekarno.

Penentuan segmen dan stasiun pengambilan sampel air menggunakan metode *purposive sampling*. Dalam penelitian ini dibagi dalam 3 stasiun berdasarkan masukan/input pencemar, diasumsikan stasiun 1 (S1) sebagai hulu sebelum pencemar, stasiun 2 (S2) adalah stasiun saat pencemaran terjadi dan stasiun 3 (S3) adalah hilir setelah pencemaran terjadi. Dengan rincian sebagai berikut : Stasiun 1 (S1) di Perpanjangan Jagir Wonkromo, stasiun 2 (S2) di Jl. Nginden, dan stasiun 3 (S3) di Perpanjangan Jl. Ir. Soekarno. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

Pengambilan air dengan melihat pertimbangan-pertimbangan yang dilakukan peneliti antara lain kemudahan akses, biaya dan waktu dalam penelitian (Azwar, 2013). Pembagian segmen ini untuk memudahkan analisis perubahan kualitas air di sepanjang aliran air Kali Jagir Surabaya. Pembagian segmen Kali Jagir Surabaya dapat dilihat pada Tabel 1.

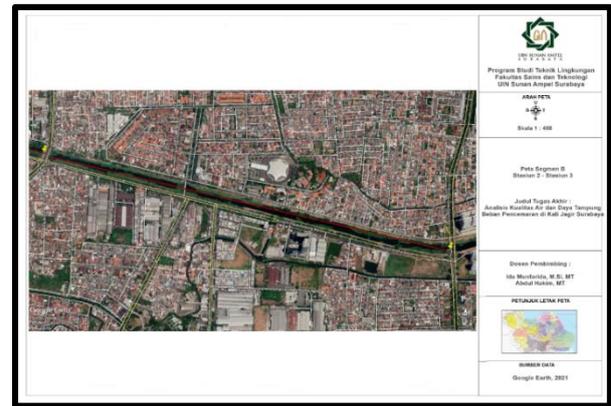
Sampling dilakukan dengan cara system langsung yaitu sampling secara langsung dari satu lokasi ke lokasi yang lain pada waktu yang sama. Cara pengambilan sampel air di setiap stasiun didasarkan pada jarak dan kecepatan rata-rata mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.57:2008.

Tabel 1. Jarak Antara Stasiun Sampling

Lokasi Penelitian	Jarak (Km)
A (Stasiun 1 - 2)	0 - 2,35
B (Stasiun 2 - 3)	2,35 - 4,45

(Sumber: Hasil Analisis, 2021)

Berdasarkan kondisi hidrolis yang telah diukur pada setiap stasiun, didapatkan debit air sungai untuk stasiun 1 hingga stasiun 3 berturut-turut adalah 82 m³/s, 100,49 m³/s dan 123,28 m³/s. Hasil analisis kondisi hidrolis disajikan pada Tabel 2.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Tabel 2. Hasil Analisis Hidrolis Kali Jagir Surabaya

Stasiun	Luas Penampang (m ²)	Kecepatan (m/s)	Debit (m ³ /dtk)
1	164	0,5	82
2	176,3	0,57	100,49
3	184	0,67	123,28

(Sumber: Hasil Analisis, 2021)

Perbedaan debit yang teramati dipengaruhi oleh kecepatan arus dan luas penampang sungai. Debit ini akan mempengaruhi terhadap kadar polutan yang turut terbawa oleh arus. Arus akan membawa partikel dalam air tergantung pada dimensi sungai (Xiaoqing, 2003).

Dalam perhitungan daya tampung beban pencemaran, maka diperlukan konsentrasi pencemar dalam perairan dan dibandingkan dengan baku mutu (PP Nomor 22 Tahun 2021). Parameter yang telah diuji meliputi temperatur air, TSS (*Total Suspended Solid*/Total Padatan Terlarut), pH, BOD (*Biochemical Oxygen Demand*/Kebutuhan Oksigen Biologis), COD (*Chemical Oxygen Demand*/Kebutuhan Oksigen Kimia), dan DO (*Dissolved Oxygen*/Oksigen Terlarut). Hasil analisis parameter kualitas air disajikan pada Tabel 3.

Parameter Temperatur air

Berdasarkan hasil uji terhadap parameter temperatur air, didapatkan bahwa temperatur air pada semua stasiun telah melebihi baku mutu berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 dengan nilai tertinggi didapat pada stasiun 3 sebesar 33.6°C. Tinggi rendahnya temperatur air sungai dapat dipengaruhi oleh temperatur udara sekitar dan intensitas sinar matahari (Samudro dkk, 2012). Temperatur air sungai dapat mempengaruhi konsentrasi polutan. Para peneliti telah melaporkan bahwa temperatur yang tinggi pada air sungai dapat menonaktifkan bakteri seperti *E. coli* (Tornevi dkk, 2014). Pada suatu perairan akan terdapat stratifikasi thermal. Stratifikasi thermal

merupakan faktor fisik penting yang mengontrol siklus nutrisi di dalam suatu reservoir alam seperti danau dan sungai. Heterogenitas air yang masuk dan kondisi iklim menyebabkan pola stratifikasi temperature air yang sangat bervariasi (Casamitjana dkk., 2003 dalam Wang dkk, 2021), dan secara langsung menyebabkan perubahan terhadap temperature air (Lei dan Patterson, 2002 dalam Wang dkk, 2021). Hasil penelitian Wang dkk (2021) juga menghasilkan bahwa adanya keberadaan berbagai bakteri di perairan antara lain *Acinetobacter*, *Roseomonas*, *Armatimonas*, *Burkholderia*, *Gemmatimonas*, *Nitrospira* yang ditemukan semuanya sensitif terhadap perubahan temperatur air yang tinggi.

Tabel 3. Kualitas Air Kali Jagir Surabaya di Tiga Stasiun Pengambilan Sampel

Parameter	Lokasi Penelitian									BM
	S1			S2			S3			
	1a	1b	Rata-Rata	2a	2b	Rata-Rata	3a	3b	Rata-Rata	
Fisika										
Temperatur air (°C)	33.5	33.5	33.5	32.6	32.7	32.65	33.6	33.6	33.6	deviasi 3
TSS (mg/L)	413 [^]	400 [^]	406,5[^]	477 [^]	463 [^]	470[^]	478 [^]	536 [^]	507[^]	Maks 100
Kimia										
pH	6.8	7.1	6.95	7.2	7.3	7.25	7.3	7.3	7.3	6 – 9
BOD (mg/L)	9.26 [^]	10.17 [^]	9.72[^]	3.15	1.08	2.29	16.08 [^]	15.93 [^]	16.08[^]	Maks 6
COD (mg/L)	385.9 [^]	300.9 [^]	343.41[^]	194.8 [^]	194.8 [^]	194.8[^]	220.8 [^]	216.72 [^]	218.76[^]	Maks 40
DO (mg/L)	5.5	5.7	5.6	4.9	5.1	5	7.5	7.8	7.65	Min 3

(Sumber: Hasil Analisis, 2021)

Keterangan : [^] melebihi baku mutu air kelas III PP No 22 Tahun 2021

Parameter pH

Berdasarkan hasil uji terhadap parameter pH, didapatkan bahwa pH pada semua stasiun masih memenuhi baku mutu berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 dengan nilai tertinggi didapat pada stasiun 3 sebesar 7,3. Nilai pH yang mendekati netral ini, mengindikasikan bahwa air Kali Jagir Surabaya masih tergolong baik sehingga masih menjadi habitat yang baik misalnya mikroorganisme yang turut berperan dalam proses oksidasi bahan pencemar di perairan. Nilai pH dipengaruhi oleh zat terlarut dalam air. Konsentrasi pH di perairan yang dapat mempengaruhi tingkat toksisitas bahan kimia senyawa, proses biokimia, dan metabolisme di perairan. Jika nilai pH 6 - 6,5 dapat menyebabkan keanekaragaman hayati menurun, seperti plankton dan mikro benthik (Djoharam dkk, 2018).

Parameter TSS (Total Suspended Solid)

Berdasarkan hasil uji terhadap parameter TSS, didapatkan bahwa TSS pada semua stasiun telah melebihi baku mutu berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 dengan nilai tertinggi didapat pada stasiun 3 sebesar 507 mg/L. TSS merupakan total padatan yang tersuspensi dalam perairan, bersama dengan TDS (*Total Dissolved Solid*), menghasilkan total padatan/ *total solid* (TS) dalam air. TSS sendiri terdiri dari partikel tersuspensi koloidal atau partikel biasa yang dapat dipisahkan melalui filtrasi dengan membran (Sawyer, 2003). Karena TSS terdiri dari partikel yang tersuspensi, parameter ini adalah parameter penting dalam identifikasi kekeruhan/turbidity. Penelitian sebelumnya menyimpulkan bahwa ada hubungan linier yang kuat antara kekeruhan dan konsentrasi total padatan tersuspensi (TSS). Namun, hubungan ini bervariasi antara kondisi cuaca kering dan basah, serta antar lokasi. Pengaruh variabilitas ini dalam memperkirakan konsentrasi TSS dinilai berdasarkan ukuran set

data kalibrasi yang digunakan untuk menetapkan hubungan kekeruhan – TSS (Hannouche dkk, 2011).

Parameter DO (*Dissolved Oxygen*)

Berdasarkan hasil uji terhadap parameter DO, didapatkan bahwa DO pada semua stasiun masih memenuhi baku mutu berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 dengan nilai terendah didapat pada stasiun 2 sebesar 5 mg/L. Hal ini dapat diakibatkan karena sebelum stasiun 2 terdapat sumber pencemaran mulai dari pembuangan limbah rumah tangga dan industri yang merupakan *point source* dari waduk yang berfungsi menampung limbah rumah tangga dan masukan air dari Sungai Boma yang kemudian dialirkan ke perairan Kali Jagir Surabaya. Organisme aerob dalam melakukan oksidasi zat pencemar di perairan tergantung pada ketersediaan oksigen terlarut. Oksigen yang berkurang di dalam air dapat memperlambat metabolisme mikroorganisme perairan. Hal ini mengakibatkan, jika nilai DO pada perairan tersebut menurun, maka kualitas perairan tersebut akan semakin rendah (Putri, 2013).

Parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Berdasarkan hasil uji terhadap parameter BOD, didapatkan bahwa BOD pada stasiun 1 dan 3 telah melebihi baku mutu berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 dengan nilai tertinggi didapat pada stasiun 3 sebesar 16,08 mg/L. Tingginya konsentrasi BOD menunjukkan bahwa terdapat zat pencemar organik yang tinggi di perairan Kali Jagir. BOD/KOB merupakan oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam melakukan oksidasi (Sawyer, 2003). Oksidasi yang tinggi mengindikasikan terjadi proses penguraian zat organik yang tinggi oleh mikroorganisme. Zat organik ini merupakan buangan dari hasil aktivitas permukiman sekitar area Kali Jagir.

Parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Berdasarkan hasil uji terhadap parameter COD, didapatkan bahwa COD pada semua stasiun telah melebihi baku mutu berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 dengan nilai tertinggi didapat pada stasiun 1 sebesar 343,41 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa pada stasiun 3 terjadi pencemaran baik zat organik maupun an organik dari sekitar perairan Kali Jagir Surabaya. Jumlah senyawa kimia yang

dapat dioksidasi secara kimia lebih besar daripada oksidasi biologis (Alaerts, 1984). Uji COD menggunakan oksidator kimia dalam proses oksidasi pencemar di perairan, dimana reaksi kimia yang berlangsung dipengaruhi oleh reaksi kesetimbangan yang terjadi (Sawyer, 2003).

Hasil Uji Korelasi Parameter TSS, BOD dan COD

Berdasarkan hasil uji statistik terhadap parameter TSS, BOD dan COD, didapatkan bahwa antara parameter TSS, BOD dan COD tidak ada korelasi berdasarkan hasil signifikansi $>0,05$. Hasil uji korelasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Statistik

		TSS	BOD	COD
TSS	Pearson Correlation	1	0,289	0,685
	Sig. (2-tailed)		0,579	0,133
BOD	Pearson Correlation	0,289	1	0,547
	Sig. (2-tailed)	0,579		0,262
COD	Pearson Correlation	0,685	0,547	1
	Sig. (2-tailed)	0,133	0,262	

(Sumber: Output SPSS, 2021)

Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa kualitas air bervariasi terutama berkorelasi dengan nutrisi dan bahan organik (dari sumber antropogenik), TSS (baik alami maupun antropogenik), dan konsentrasi ionik (baik alami maupun antropogenik) (Mamun dkk, 2021). Dengan demikian, rendahnya kualitas air disebabkan berbagai faktor tidak hanya dilihat dari nilai TSS, BOD dan COD pada aliran sungai. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian Lee dkk (2010) bahwa dalam menentukan korelasi, diperlukan analisa lebih luas mengenai penggunaan lahan yang turut berkorelasi juga baik negatif maupun positif terhadap parameter-parameter kualitas air seperti pH, ion metalik, BOD, PO_4 , COD and TSS.

Analisa Daya Tampung Beban Pencemaran

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi daya tampung beban pencemaran berdasarkan perhitungan beban

pencemaran pada Kali Jagir berdasarkan KepMenLH No 110 Tahun 2003.

Daya tampung beban pencemaran air sungai didapat dari selisih beban pencemaran sesuai standar dengan beban pencemaran terukur yang akan menghasilkan nilai negatif dan positif. Jika bernilai negatif, maka dapat dikatakan sungai tersebut telah melampaui daya dukung maksimum. Jika beban pencemaran yang terukur mempunyai konsentrasi melebihi beban pencemaran maksimum, maka perhitungan daya tampung beban pencemaran tersebut bernilai positif (Pohan dkk, 2016).

1. DTBP Parameter TSS (*Total Suspended Solid*)

Berikut adalah hasil perhitungan daya tampung beban pencemaran di Kali Jagir Surabaya berdasarkan parameter TSS, yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Daya Tampung Beban Pencemaran TSS

Stasiun	Beban Pencemaran Aktual (kg/hari)	Beban Pencemaran Maksimum (kg/hari)	Daya Tampung Beban Pencemaran (kg/hari)
1	2.879.971,20	708.480,00	-2.171.491,20
2	4.080.697,92	868.233,60	-3.212.464,32
3	5.400.255,74	1.065.139,20	-4.335.116,54

(Sumber: Hasil Analisis, 2021)

Berdasarkan hasil perhitungan terhadap daya tampung beban pencemaran terhadap parameter TSS, ditemukan bahwa Kali Jagir telah mencapai batas maksimum daya tampung beban pencemaran untuk parameter TSS, hal ini dapat dilihat dari nilai DTBP yang negatif dari semua stasiun, baik hulu, tengah hingga ke hilir. Hal ini menunjukkan bahwa kadar TSS telah melebihi baku mutu sesuai dengan PP Nomor 22 Tahun 2021 sehingga berakibat pada daya tampung yang telah melebihi. Beban pencemaran yang melebihi daya tampung maksimum suatu perairan mengakibatkan daya/tenaga untuk purifikasi limbah di perairan menjadi berat. Terlampauinya daya tampung beban pencemaran suatu perairan dapat mengarah pada kerusakan permanen perairan tersebut (Munfarida, 2020).

2. DTBP Parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Berdasarkan hasil perhitungan terhadap daya tampung beban pencemaran terhadap parameter BOD, ditemukan bahwa Kali Jagir telah mencapai batas maksimum daya tampung beban pencemaran untuk parameter BOD pada stasiun 1 dan 3, hal ini dapat dilihat dari nilai DTBP yang negatif dari kedua stasiun tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa kadar BOD telah melebihi baku mutu sesuai dengan PP Nomor 22 Tahun 2021 sehingga berakibat pada daya tampung yang telah melebihi.

BOD adalah parameter yang menunjukkan kebutuhan oksigen yang digunakan mikroorganisme dalam proses oksidasi zat pencemar (Sawyer, 2003). Walaupun pada stasiun 2, didapatkan bahwa kadar TSS tinggi, hal ini tidak berkorelasi dengan tinggi BOD pada stasiun ini. Ini telah dibuktikan dengan hasil uji statistik pada Tabel 4 yang tidak menunjukkan adanya korelasi TSS dengan BOD ($p > 0,05$).

Tabel 6. Daya Tampung Beban Pencemaran BOD

Stasiun	Beban Pencemaran Aktual (kg/hari)	Beban Pencemaran Maksimum (kg/hari)	Daya Tampung Beban Pencemaran (kg/hari)
S1	68.864,26	42.508,80	-26.355,46
S2	19.882,55	52.094,02	32.211,47
S3	170.422,27	63.908,35	-106.513,92

(Sumber: Hasil Analisis, 2021)

Daya tampung beban pencemaran BOD telah melebihi daya tampung maksimum air Sungai Kali Jagir menandakan tingginya konsentrasi BOD di Kali Jagir. Konsentrasi BOD yang tinggi mengindikasikan bahwa sejumlah besar bahan organik diuraikan dengan menggunakan jumlah oksigen terlarut dalam air, sehingga menunjukkan bahan organik yang tinggi di sungai. Contohnya minyak dan lemak dapat dihasilkan dari pembuangan air limbah yang timbul dari kawasan industri (Munfarida, 2020).

3. DTBP Parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Tabel 7 menunjukkan hasil perhitungan daya tampung beban pencemaran untuk parameter COD.

Tabel 7. Daya Tampung Beban Pencemaran COD

Stasiun	Beban Pencemaran Aktual (kg/hari)	Beban Pencemaran Maksimum (kg/hari)	Daya Tampung Beban Pencemaran (kg/hari)
S1	2.432.991,17	283.392,00	-2.149.599,17
S2	1.692.013,64	347.293,44	-1.344.720,20
S3	2.330.098,51	426.055,68	-1.904.042,83

(Sumber: Hasil Analisis, 2021)

Berdasarkan hasil perhitungan terhadap daya tampung beban pencemaran terhadap parameter COD, ditemukan bahwa Kali Jagir telah mencapai batas maksimum daya tampung beban pencemaran untuk parameter COD, hal ini dapat dilihat dari nilai DTBP yang negatif dari semua stasiun, baik hulu, tengah hingga ke hilir. Hal ini menunjukkan bahwa kadar COD telah melebihi baku mutu sesuai dengan PP Nomor 22 Tahun 2021 sehingga berakibat pada daya tampung yang telah melebihi. Hal ini menunjukkan bahwa parameter tersebut telah melebihi daya tampung beban pencemaran air sungai, mengingat kondisi kualitas air Kali Jagir Surabaya telah tercemar di bagian hulu (Febriyana dan Masduqi, 2016).

4. Daya Tampung Beban Pencemaran Total

Berikut ini adalah hasil perhitungan daya tampung beban pencemaran total pada Kali Jagir Surabaya, disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Jagir Surabaya

Parameter	Stasiun	Daya Tampung Beban Pencemaran (kg/hari)	Total (Kg/hari)
TSS	S1	-2.171.491,20	9.719.072,06
	S2	-3.212.464,32	
	S3	-4.335.116,54	
BOD	S1	-26.355,46	-100.657,91
	S2	32.211,47	
	S3	-106.513,92	
COD	S1	-2.149.599,17	5.398.362,20
	S2	-1.344.720,20	
	S3	-1.904.042,83	

(Sumber: Hasil Analisis, 2021)

Dilihat dari tabel 8, dapat diketahui bahwa daya tampung beban pencemaran total parameter TSS yang paling besar yaitu sebesar -9.719.072,06 kg/hari. Kemudian diikuti oleh

parameter COD yaitu sebesar -5.398.362,20kg/hari dan daya tampung beban pencemaran terkecil yaitu pada parameter BOD yaitu sebesar -100.657,91 kg/hari.

Total Suspended Solid (TSS) juga disebut sebagai residu tersuspensi yang tidak lolos saringan (*non filterable residue*) dan merupakan parameter utama dalam sistem pengolahan air limbah dan merupakan standar bagi kualitas air sungai. Zat tersuspensi sendiri dapat dibedakan menjadi suspensi koloidal (partikel koloid) dan suspensi biasa (partikel tersuspensi). Partikel koloid dapat dianalisa dengan cara menyaring suatu sample pada membrane filter dengan ukuran pori 0,45µm setelah lolos dari filter kertas saring biasa dengan pori 10 µm (Sawyer dkk, 2003).

Dalam penelitian ini tidak mengukur partikel koloid dan partikel biasa, namun keduanya dalam suatu sample sehingga menghasilkan TSS. Nilai TSS yang tinggi diakibatkan oleh tingginya kadar zat tersuspensi dalam air sungai. Selain itu, tingginya beban pencemaran pada parameter TSS dapat dipengaruhi waktu pengambilan sampel yang berbeda pada musim hujan dan musim kemarau, dimana saat musim hujan, debit air sungai akan meningkat yang berbanding lurus dengan meningkatnya konsentrasi TSS di dalam perairan (Suksmawati, 2005).

Parameter BOD dan COD merupakan satu kesatuan parameter yang tidak dapat dipisahkan, keduanya mengukur jumlah konsentrasi pencemar di air sungai. BOD melalui pendekatan mikrobiologis sementara COD menggunakan pendekatan kimia dengan menggunakan oksidator kimia. Tingginya kedua parameter ini mengindikasikan tingginya konsentrasi pencemar di air sungai Kali Jagir.

Daya tampung beban pencemaran yang melebihi daya tampung maksimum badan air harus dikendalikan sehingga badan air tidak mengalami kerusakan lingkungan permanen. Sehingga tindakan pengendalian utama adalah perbaikan kualitas air sungai. Untuk meningkatkan kualitas air di sungai, untuk daerah padat penduduk disarankan membuat IPAL Komunal, dan untuk industri harus bertanggungjawab dalam mengolah air limbah sebelum masuk ke sungai.

Karena penyebab dari pencemaran air sungai dari berbagai sektor, maka perlu adanya pendekatan lintas sektoral dalam penanganan pencemaran air. Berdasarkan Luo dkk (2019),

kota-kota besar menghadapi masalah pencemaran air yang serius karena urbanisasi, pertumbuhan penduduk yang cepat dan pembangunan ekonomi. Sehingga dalam penanganan pencemaran air dapat melalui kebijakan limitasi urbanisasi, peningkatan kesadaran masyarakat terhadap lingkungan dan pembangunan ekonomi yang berwawasan lingkungan. Keterlibatan masyarakat dalam perbaikan lingkungan juga menjadi faktor penting. Dean dkk (2016) menyebutkan bahwa keterlibatan masyarakat harus terus didorong karena metode ini bertujuan untuk meningkatkan hasil pembangunan sesuai dengan yang diharapkan, membangun kepercayaan dalam organisasi atau proses reformasi, dan mendukung dalam penyediaan air bersih di perkotaan.

Langkah-langkah dalam pelibatan masyarakat dapat dicapai melalui kegiatan untuk: (a) menginformasikan, mendidik, atau meningkatkan kesadaran, (b) mengubah perilaku individu atau rumah tangga, (c) mengembangkan dukungan kebijakan. Sementara itu, perlu adanya saran dan masukan dari masyarakat yang bertujuan untuk mengukur opini dan preferensi komunitas tentang system penyediaan air saat ini dan opsi kebijakan khusus, atau mengetahui visi yang mendalam dari masyarakat dari system penyediaan air bersih di lingkungan lokalnya (Dean dkk, 2016).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah menghitung daya tampung beban pencemaran Kali Jagir, Surabaya dengan hasil bahwa daya tampung beban pencemaran Kali Jagir Surabaya telah melebihi daya tampung beban pencemaran maksimal yang dapat diterima oleh badan air Kali Jagir. Total daya tampung beban pencemaran pada Kali Jagir Surabaya berdasarkan parameter TSS adalah - 9.719.072,06 kg/hari, parameter COD yaitu sebesar -5.398.362,20kg/hari dan daya tampung beban pencemaran terkecil yaitu pada parameter BOD yaitu sebesar -100.657,91 kg/hari. Perbaikan kualitas lingkungan harus segera dilakukan melalui pembangunan IPAL Komunal bagi permukiman, monitoring kegiatan industri dan pelibatan masyarakat.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. dan Santika, S. S. (1984). *Metode Pengukuran Kualitas Air*, Surabaya: Usaha Nasional.
- Alfaroby, M. A. R. dan Wardhani, E. 2021. Perhitungan Beban Pencemaran Air Sungai Cibabat Kota Cimahi Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(2), 1752-1761. DOI: <https://doi.org/10.32672/jse.v6i2.2870>
- Azwar, S. (2013). *Metode Penelitian*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Dean, A., Fielding, K., Newton, F. & Ross, H. 2016. Community engagement in the water sector: An outcome-focused review of different engagement approaches Engaging communities with Water Sensitive Cities (Project A2.3), Clayton: Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities.
- Djoharam, V., Riani, E., & Yani, M. 2018. Analisis Kualitas Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Pesanggrahan Di Wilayah Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan (JPSL)*. 8(1), 123-133. DOI: <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.1.127-133>.
- Febriyana, N. A. dan A. Masduqi. 2016. Penentuan Daya Tampung Kali Surabaya Segmen Tambangan Cangkir - Bendungan Gunung Sari dengan Pemodelan Qual2kw. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), 1-2. DOI: [10.12962/j23373539.v5i2.16517](https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.16517).
- Garg, T., Hamilton, S.E., Hochard, J.P., Kresch, E.P. & Talbot, J. 2018. (Not so) gently down the stream: River pollution and health in Indonesia. *Journal of Environmental Economics and Management*. 92(1), 35-53. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2018.08.011>.
- Hannouche, A., Chebbo, G., Ruban, G., Tassin, B., Lemaire, B. J. & Joannis. 2011. Relationship between turbidity and total suspended solids concentration within a combined sewer system. *Water Sci Technol*. 64(12), 2445-2452. DOI: [10.2166/wst.2011.779](https://doi.org/10.2166/wst.2011.779).
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung

- Beban Pencemaran Air Pada Sumber Air.
- Lee, J. Y., Yang, J. S., Kim, D. K. & Han, M.Y. 2010. Relationship between land use and water quality in a small watershed in South Korea. *Water Sci Technol.* 62(11), 2607-2615. DOI: 10.2166/wst.2010.498.
- Luo, P., Kang, S., Apip, Zhou, M., Lyu, J., Aisyah, S., Binaya, M., Regmi, R.K. & Nover, D. 2019. Water quality trend assessment in Jakarta: A rapidly growing Asian megacity. *PLoS ONE*, 14(7), 1-17. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219009>.
- Mamun, M., Kim, J.Y. & An, K.-G. 2021. Multivariate Statistical Analysis of Water Quality and Trophic State in an Artificial Dam Reservoir. *Water*. 13(186), 1-18. DOI: <https://doi.org/10.3390/w13020186>.
- Munfarida, I., Auvaria, S.W. & Munir, M. 2020. Analysis of pollution load carrying capacity of Cibatarua River in Pamulihan District, Garut Regency, West Java. *AIP Conference Proceedings* 2231, 1-6. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0002732>.
- Pareek, R.K., Khan, A.S., & Srivastava, P. Impact on Human Health Due to Ghaggar Water Pollution. *Curr World Environ* 2020; 15(2), 1-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.12944/CWE.15.2.08>
- Pavita, K.D., Widiatmono, B.R., & Dewi, L. 2014. Studi Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Akibat Buangn Limbah Domestik (Studi Kasus Kali Surabaya – Kecamatan Wonokromo). *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 1(3), 21-27.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Kriteria Air Kelas III.
- Perda Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 tentang RTRW Kota Surabaya Tahun 2014-2034.
- Pohan, D. A. S., Budiyo, dan Syafrudin. 2016. Analisis Kualitas Air Sungai Guna Menentukan Peruntukan Ditinjau dari Aspek Lingkungan di Sungai Kupang Kota Pekalongan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(2), 63-71. DOI: <https://doi.org/10.14710/jil.14.2.63-71>.
- Purnamasari, D.E. 2017. Penentuan Status Mutu Air Kali Wonokromo Dengan Metode Storet Dan Indeks Pencemar. Tugas Akhir, Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Noverber.
- Putri, A. D. N. 2013. Analisis Kandungan Besi Badan Air dan Sedimentasi Sungai Surabaya. Thesis, Jurusan Kimia, Universitas Negeri Malang.
- Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kota Surabaya Tahun 2016 – 2021 dalam Peraturan Daerah Nomor 10 Tahun 2016.
- Samudro, S., Agustini, D., & Sasongko, S.B. (2012). Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal. *Jurnal Presipitasi*, 9(2), 64–71. DOI: <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v9i2.64-71>
- Sawyer, C.N., McCarty, P.L. & Parkin, G.F. (2003). *Chemistry for Environmental Engineering and Science* Fifth Edition. New York: McGraw-Hill.
- Sharma, R., Kumar, R., Satapathy, S.C., Al-Ansari, N., Singh, K.K, Mahapatra, R.P., Agarwal, A.K., Le, H.V., & Pham, B.T. 2020. Analysis of Water Pollution Using Different Physicochemical Parameters: A Study of Yamuna River. *Front. Environ. Sci.* 8(1), 1-18. DOI: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.581591>.
- Suksmawati, A. 2005. Studi Penelitian Kandungan TSS, TDS, dan Alkalinitas di Sungai Kali Brantas Kota Batu. Tugas Akhir, Departemen Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Tornevi, A., Bergstedt, O. & Forsberg, B. 2014. Precipitation Effects on Microbial Pollution in a River: Lag Structures and Seasonal Effect Modification. *PLoS ONE*, 9(5), 1-10. DOI: [10.1371/journal.pone.0098546](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098546).
- Wang, J., Fan, H., He, X., Zhang, F., Xiao, J., Yan, Z., Feng, J & Li, R. Response of bacterial communities to variation in water quality and physicochemical conditions in a river-reservoir system. *Global Ecology and Conservation*. 27(1), 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.101411>.

<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.101541>.

- Widodo, T., Budiastuti, M.T.S., & Komariah. 2019. Water Quality and Pollution Index in the Grenjeng River, Boyolali Regency, Indonesia. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*. 34(2), 150-161. <http://dx.doi.org/10.20961/carakatani.v34i2.29186>.
- Xiaoqing, Y. (2003). *Manual On Sediment Management and Measurement*, Switzerland: World Meteorological Organization.
- Yudo, S. dan, N.I. Said. 2019. Kondisi Kualitas Air Sungai Surabaya Studi Kasus: Peningkatan Kualitas Air Baku PDAM Surabaya. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 20(1), 1-10. DOI: <https://doi.org/10.29122/jtl.v20i1.2547>. Yuwono, 2006, Kecepatan Dekomposisi dan Kualitas Kompos Sampah Organik, *Jurnal Inovasi Pertanian* Vol 4 No2. Hal 116 – 123.