

KAJIAN KUALITAS AIR SUNGAI DENGKENG DI KECAMATAN BAYAT, KABUPATEN KLATEN, JAWA TENGAH

Wawan Budianta^{1*}, Sutrisno²

¹Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

²Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Klaten, Jawa Tengah

*Email : wbudianta@ugm.ac.id

Abstrak

Sungai Dengkeng merupakan salah satu anak sungai Bengawan Solo, yang mengalir melalui Desa Kebon, Kecamatan Bayat di Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. Di Kecamatan Bayat, terdapat beberapa industri batik yang berlokasi di dekat Sungai Dengkeng, dimana dengan adanya limbah dihasilkan dapat mempengaruhi kualitas air Sungai Dengkeng di daerah penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis kualitas air Sungai Dengkeng yang melewati Desa Kebon, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten. Pengambilan sampel air sungai dilakukan pada sepanjang aliran sungai dari hulu ke hilir sebanyak 10 sampel di lokasi penelitian pada bulan Agustus 2021 dimana prosedur sampling air sungai dilakukan mengacu pada SNI (2008). Parameter yang diteliti untuk mengevaluasi kualitas air pada penelitian ini meliputi pH, TDS, DHL, BOD, COD, dan kandungan fenol. Indeks dan beban pencemaran dihitung untuk mengetahui seberapa jauh pencemaran di lokasi penelitian. Hasil analisis kualitas air Sungai Dengkeng di lokasi penelitian memperlihatkan bahwa semua parameter pada semua titik masih berada di bawah baku mutu kelas I, II, III dan IV, kecuali untuk parameter COD yang melebihi baku mutu air untuk kelas I. Secara umum, kualitas air menunjukkan bahwa nilai semua parameter memiliki nilai yang lebih kecil pada hulu sungai di daerah penelitian yang belum tercemar oleh limbah dan akan semakin meningkat ke arah hilir. Adanya limbah batik yang merupakan sumber pencemar mempunyai kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan nilai parameter kualitas air. Hasil perhitungan indeks pencemaran sungai menunjukkan bahwa status mutu air Sungai Dengkeng di lokasi penelitian pada daerah hulu masih dalam kategori kondisi baik, sedangkan pada lokasi tengah dan menuju ke hilir masuk dalam kategori cemaran ringan. Hasil perhitungan beban pencemaran menunjukkan bahwa secara umum beban pencemaran meningkat di daerah tengah dan hilir lokasi penelitian yang dikarenakan adanya pembuangan limbah batik. Hasil penelitian merekomendasikan pengelolaan Sungai Dengkeng di lokasi penelitian dengan melakukan monitoring secara rutin kualitas sungai, melakukan pemeliharaan fasilitas pengolahan limbah IPAL komunal yang sudah ada dengan baik serta meningkatkan partisipasi masyarakat untuk pengelolaan lingkungan sungai yang berkelanjutan.

Kata kunci: kualitas, air, sungai, dengkeng, limbah

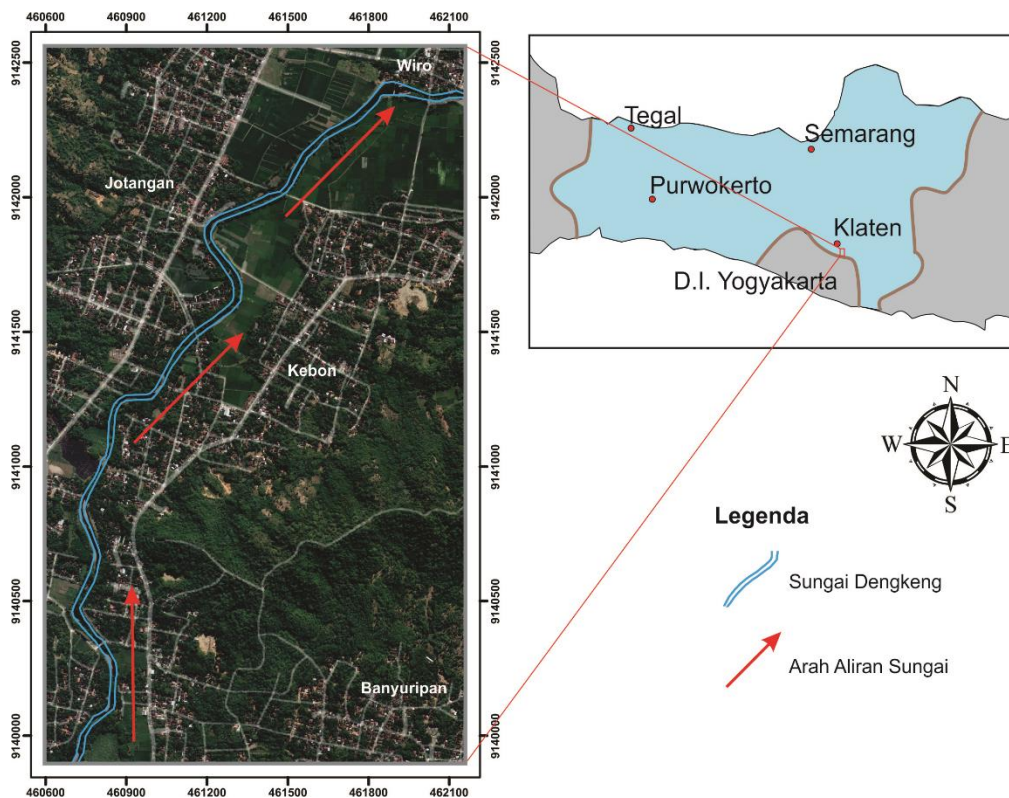
Abstract

Dengkeng River was one of the tributary rivers of Bengawan Solo river that flow in Kebon Village, Bayat Sub-district, Klaten District, Central Java Province. In the area of Bayat Sub-district, there are several batik industries near the Dengkeng River. This industry generate wastewater which influenced Dengkeng River water quality in the study area. This study is aimed to investigate and analyze the water quality of the Dengkeng River in the study area. Ten river water samples were obtained in the long river water stream from upstream to downstream. The sampling was conducted in August 2021, and the river water sampling was sampled referred to the SNI procedure. Several water quality parameters were measured, including pH, TDS, EC, BOD, COD, and phenol. The water pollution index and river pollution loading was calculated to analyze the river pollution level. The result of the study shows that all parameter measured was below the threshold of water quality standard for class I, II, III and IV, except for COD parameter, which exceeds the threshold for water quality standard class I. Generally, the water quality in the river in the study area shows that the level of pollution was increased from upstream to downstream due to the presence of batik wastewater generated in the middle of the river stream up to downstream. The presence of batik wastewater has a significant contribution to the increasing water quality parameter level. The pollution index calculation results show that the status of river water quality standard in the study area includes the good category in the upstream, however in the middle to the downstream including for low polluted level category. The pollution load index calculation shows that generally, the pollution loading increase from upstream to downstream due to the batik wastewater. The study recommends better river water quality monitoring, maintenance of wastewater treatment facility and community participation for river management.

Keywords: water, quality, dengkeng, river, wastewater

1. Pendahuluan

Salah satu sungai yang berada dalam Wilayah Kerja BBWS (Balai Besar Wilayah Sungai) Bengawan Solo adalah Sungai Dengkeng. Sungai Dengkeng mengalir dari hulu dan bermuara di Sungai Bengawan Solo dengan panjang kurang lebih 45 km dengan luas daerah aliran sungai (DAS) kurang lebih 700.000 km² [1]. Dalam perjalanannya, Sungai Dengkeng melewati Kecamatan Bayat di Kabupaten Klaten, tepatnya di Desa Kebon yang merupakan salah satu sentra usaha kerajinan batik [2]. Salah satu dampak adanya kerajinan batik ini adalah adanya limbah yang dihasilkan dan mempengaruhi kualitas air Sungai Dengkeng di daerah penelitian. Sistem pengelolaan air limbah kerajinan batik di Desa Kebon sudah memiliki jaringan saluran pembuangan secara komunal untuk ditampung dalam sebuah bak atau kolam. Selanjutnya air limbah diproses di dalam Instalasi pengolahan air limbah, hasil olahan limbah tersebut kemudian dialirkan menuju Sungai Dengkeng yang jaraknya berdekatan dengan instalasi pengolahan limbah (IPAL). Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menganalisis kualitas air Sungai Dengkeng yang melewati Desa Kebon, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten yang diduga sudah mengalami pencemaran oleh limbah batik. Penelitian berlokasi di sepanjang aliran Sungai Dengkeng yang melewati daerah penelitian di Desa Kebon dan sekitarnya, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah seperti ditunjukkan pada Gambar 1 (<http://maps.google.co.id/>). Sungai Dengkeng yang berada di lokasi penelitian merupakan sungai *intermittent*, dimana ada perbedaan debit yang cukup signifikan antara musim kemarau dan musim penghujan. Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2021, saat peralihan musim hujan dan kemarau, dimana debit air masih cukup signifikan.

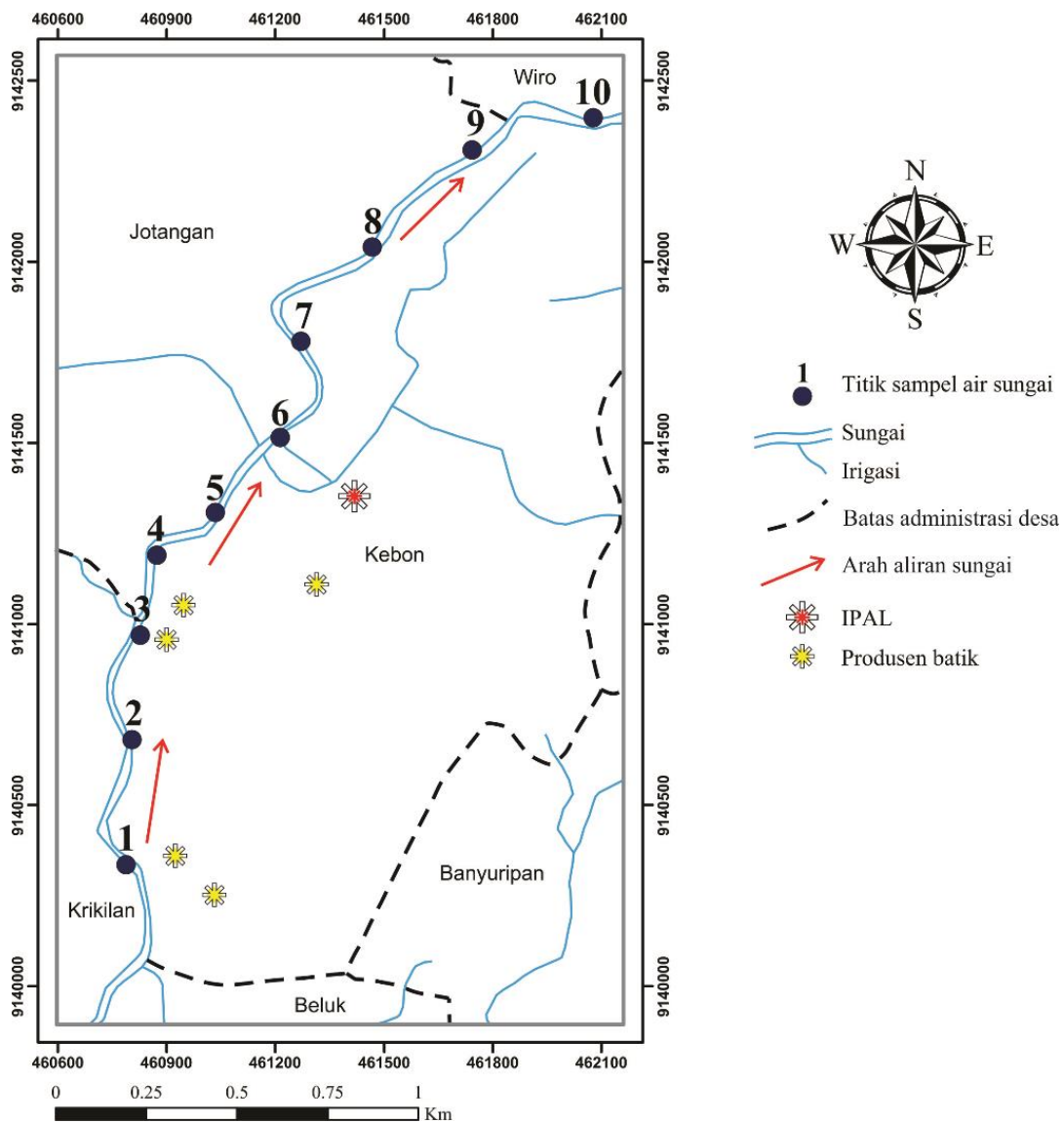


Gambar 1. Lokasi Penelitian
(<http://maps.google.co.id/>)

2. Metode Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan pada sepanjang aliran sungai dari hulu ke hilir sebanyak 10 sampel di lokasi penelitian seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Sampel air diambil pada bulan Agustus 2021, pada saat peralihan musim hujan ke musim kemarau dimana debit air sungai masih cukup besar. Titik pengambilan sampel dan prosedur sampling air sungai dilakukan mengacu pada SNI [3]. Pengukuran debit dilakukan dengan mengacu pada SNI [4], dimana Sungai Dengkeng di lokasi penelitian mempunyai debit sebesar 5 m³/detik sampai dengan 150 m³/detik, sehingga merujuk pada SNI, pengambilan sampel air dilakukan pada dua titik masing-masing berjarak 1/3 dan 2/3 lebar sungai dan

pada kedalaman 0,5 kali kedalaman dari permukaan sungai. Setelah itu, sampel diambil di permukaan sampai ke dasar secara merata dan kemudian sampel air dicampurkan, mengacu pada metode SNI [3]. Parameter yang diteliti untuk mengevaluasi kualitas air pada penelitian ini meliputi pH, TDS, DHL, BOD, COD, dan kandungan fenol. Sampel air diambil menggunakan botol sampel air, kemudian dicuci dengan air sungai yang akan diambil sebanyak 3 kali. Untuk parameter TDS, daya hantar listrik (DHL) dan pH, pengujian dilakukan secara langsung di lokasi tempat pengambilan sampel air dengan menggunakan *water checker*. Analisis BOD, COD, dan fenol dilakukan di laboratorium dengan mengacu pada SNI [5][6][7]. Jaminan mutu pengambilan sampel dilakukan dengan pengambilan sampel untuk sampel duplikat dan blanko. Sampel blanko digunakan sebagai faktor koreksi pada perhitungan pada waktu dilakukan pengukuran hasil parameter di laboratorium [3]. Pengukuran tiap parameter, baik di lapangan maupun di laboratorium, dilakukan sebanyak 3 kali, kemudian nilai rata-rata yang diperoleh disajikan pada hasil penelitian.



Gambar 2. Lokasi pengambilan sampel

Penentuan status mutu air di lokasi penelitian berdasarkan Indeks Pencemaran sesuai Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air [8], yang dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$IP_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^2_M + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^2_R}{2}} \dots\dots\dots (1)$$

- L_{ij} = Konsentrasi parameter kualitas air (i) yang tercantum dalam Baku Mutu Air sesuai pemanfaatan/peruntukan (j)
 C_i = Konsentrasi parameter kualitas air (i) di lapangan
 IP_j = Indeks pencemaran bagi peruntukan (j)
 (C_i/L_{ij})_R = Nilai rata-rata dari (C_i/L_{ij})
 (C_i/L_{ij})_M = Nilai maksimum dari (C_i/L_{ij})

dengan kriteria nilai Indeks Pencemaran (IP) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Nilai Indeks Pencemaran (IP) [8]

Nilai IP	Mutu Perairan
0 - 1,0	Kondisi baik
1,1 - 5,0	Cemar ringan
5,0 - 10,0	Cemar sedang
>10,0	Cemar berat

Untuk perhitungan beban pencemaran, dilakukan perhitungan dengan merujuk pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003 tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air pada Sumber Air [9] yang dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$BPS = (CS)_j \times Q_s \times f_k \dots\dots\dots (2)$$

- BPS = Beban Pencemaran Sungai
 (CS)_j = Konsentrasi terukur sebenarnya untuk unsur pencemar j dengan satuan mg/l
 Q_s = Besaran debit air sungai dalam m³/hari
 f_k = Besaran faktor konversi

3. Hasil dan Analisis

3.1. Karakteristik Sungai dan Geologi

Sungai Dengkeng merupakan sungai yang mempunyai hulu di lereng Gunung Merapi dan merupakan cabang Sungai Woro yang mengalir ke arah timur. Sungai Dengkeng berlokasi di Kabupaten Klaten di mana salah satu segmennya melewati Kecamatan Bayat, dan kemudian bermuara di Sungai Bengawan Solo di Kecamatan Juwuring [10]. Secara umum material sedimen yang terbentuk di Sungai Dengkeng adalah material yang dihasilkan karena aktivitas Gunung Merapi dan menyumbang terjadinya sedimentasi. Di beberapa lokasi, kondisi tebing sungai Dengkeng dijumpai dengan kondisi cukup curam dengan tanah yang relatif lunak. Di Kecamatan Bayat dan sekitarnya, Sungai Dengkeng melewati wilayah dengan kondisi geologi yang beragam, dimana sebagian besar kondisi geologi daerah Kecamatan Bayat tersusun oleh batuan yang berumur tersier seperti sekis, dan batuan beku intrusi [11]. Kondisi batuan tersier ini di lapangan berada dalam keadaan sangat lapuk sehingga mudah tererosi dan menyumbang pada material sedimen Sungai Dengkeng yang melewati Kecamatan Bayat. Material sedimen yang terbentuk akan meningkatkan nilai *Total Suspended Solid* (TSS) maupun *Total Dissolved Solid* (TDS) di Sungai Dengkeng. Secara teori, kondisi geologi akan berpengaruh terhadap kualitas air di perairan, terutama sungai, seperti halnya dikemukakan oleh beberapa peneliti lain [12][13][14].

3.2. Kualitas Air Sungai

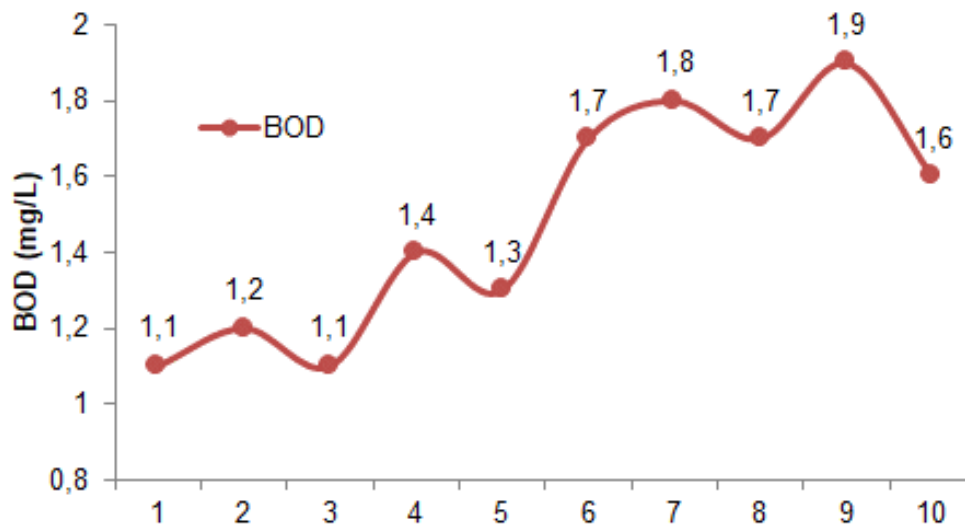
Hasil analisis kualitas air pada setiap titik sampling dapat dilihat pada Tabel 2 dan menunjukkan bahwa konsentrasi semua parameter pada semua titik masih berada di bawah baku mutu kelas I, II, III dan IV, kecuali untuk parameter COD yang melebihi baku mutu air untuk kelas I. Baku mutu air yang digunakan merujuk pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003, tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air [15].

Tabel 2. Data kualitas air pada tiap titik sampling

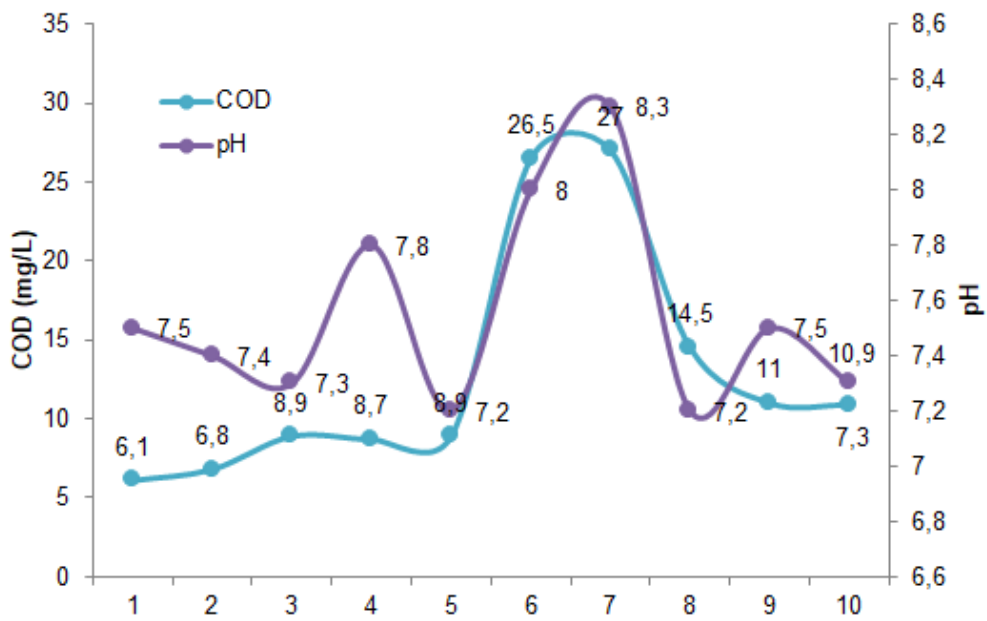
Parameter	Satuan	Lokasi titik sampling air sungai					Baku Mutu Air			
		1	2	3	4	5	Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
TDS	mg/l	342	212	200	198	210	1000	1000	1000	2000
BOD	mg/l	1.1	1.2	1.1	1.4	1.3	2	3	6	12
COD	mg/l	6.1	6.8	8.9	8.7	8.9	10	25	50	100
Fenol	µg/l	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	1	1	1	-
DHL	µmhos/cm	320	300	280	310	300	-	-	-	-
pH	-	7.5	7.4	7.3	7.8	7.2	6-9	6-9	6-9	5-9

Parameter	Satuan	Lokasi titik sampling air sungai					Baku Mutu Air			
		6	7	8	9	10	Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
TDS	mg/l	190	214	170	180	176	1000	1000	1000	2000
BOD	mg/l	1.7	1.8	1.7	1.9	1.6	2	3	6	12
COD	mg/l	26.5	27	14.5	11	10.9	10	25	50	100
Fenol	µg/l	<0.0001	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	1	1	1	-
DHL	µmhos/cm	560	1200	400	320	324	-	-	-	-
pH	-	8	8.3	7.2	7.5	7.3	6-9	6-9	6-9	5-9

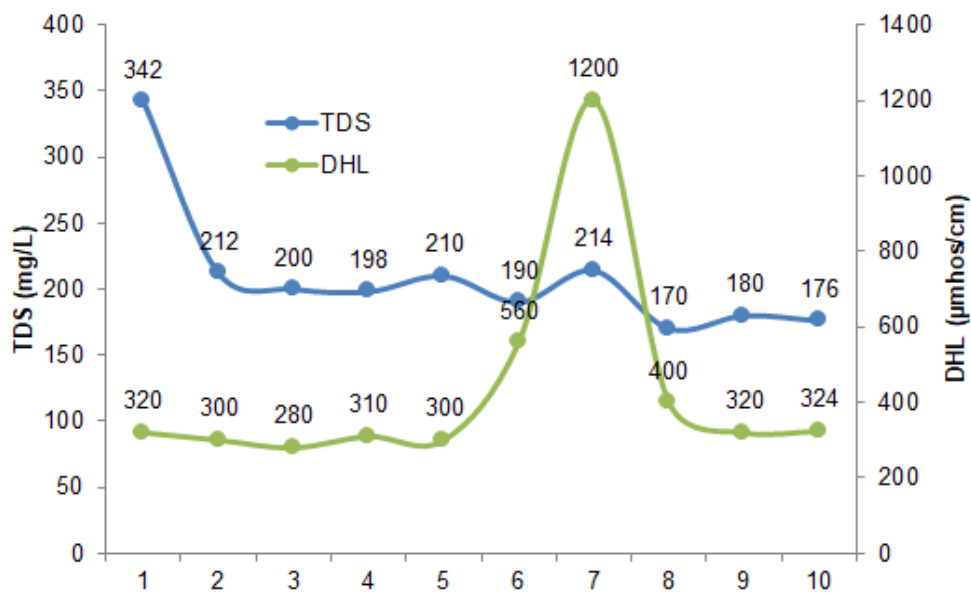
Perubahan nilai tiap parameter dari hulu ke hilir di sungai pada daerah penelitian, diilustrasikan dengan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3 sampai dengan 6.



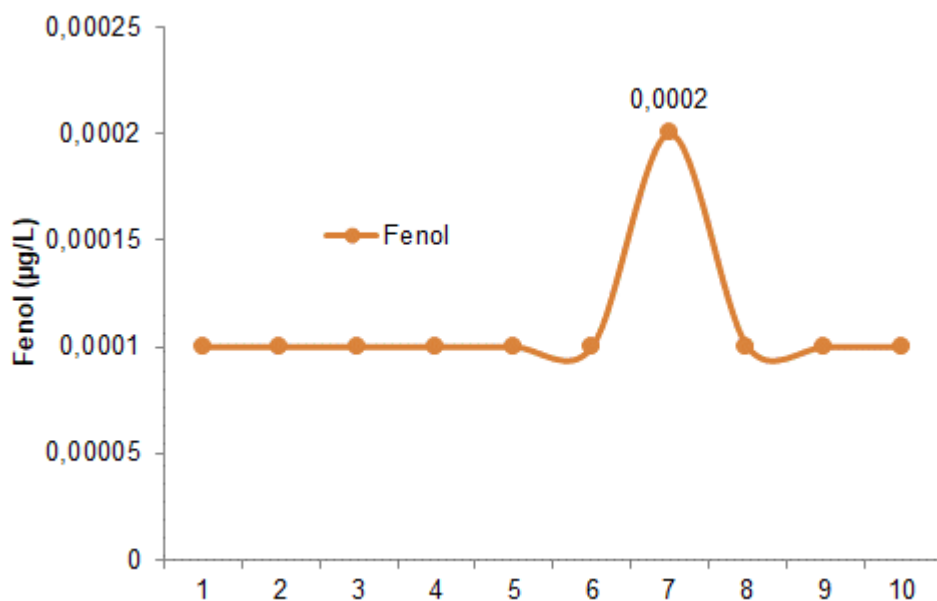
Gambar 3. Ilustrasi perubahan nilai BOD dari hulu ke hilir



Gambar 4. Ilustrasi perubahan nilai COD dan pH dari hulu ke hilir



Gambar 5. Ilustrasi perubahan nilai TDS dan DHL dari hulu ke hilir



Gambar 6. Ilustrasi perubahan nilai Fenol dari hulu ke hilir

Gambar 3 sampai dengan 6 menunjukkan bahwa secara umum perubahan nilai semua parameter mempunyai pola yang sama dari hulu ke hilir, dimana nilai terendah adalah pada titik 1, 2 dan 3 yang merupakan hulu sungai di daerah penelitian yang belum tercemar oleh limbah. Nilai setiap parameter akan semakin meningkat ke arah hilir, terutama pada sampel ke 4 sampai dengan ke 9, dan berkurang kembali pada sampel ke 10. Adanya limbah batik di lokasi penelitian yang kontak dengan aliran sungai, diduga mempunyai kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan nilai parameter dalam air sungai, dimana sebagian limbah merupakan bahan organik yang umumnya terdegradasi oleh mikroorganisme, yang akan menaikkan semua parameter. Secara umum, Gambar 3 sampai dengan 6 menunjukkan perubahan menunjukkan bahwa lokasi sampel 7 terlihat adanya peningkatan nilai parameter. Hal ini diduga berkaitan dengan keberadaan sumber pembuangan limbah di lokasi pengambilan sampel nomor 7 (lihat Gambar 2). Namun, seiring dengan jarak ke arah titik sampel menuju ke hilir, terlihat adanya penurunan kembali nilai parameter kualitas air. Peristiwa ini menunjukkan bahwa Sungai Dengkeng di lokasi penelitian terjadi proses pemulihan alami (*self purification*). Secara teori, pada kondisi alam yang normal, proses *self purification* akan terjadi pada sistem perairan [16][17]. Proses *self purification* adalah kemampuan alamiah air sungai untuk menguraikan polutan yang masuk ke dalam air sungai. Kemampuan inilah yang menjelaskan bagaimana kualitas air sungai cenderung membaik pada saat mencapai hilir. Kemampuan *self purification* ini dapat terjadi disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme pada perairan yang dipengaruhi oleh organisme yang hidup di sungai serta adanya proses aerasi pada aliran sungai [18][19][20].

3.3. Indeks Pencemaran Sungai

Hasil perhitungan indeks pencemaran sungai dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3. Berdasarkan pada 10 titik sampling dan parameter yang diteliti yaitu, TDS, BOD, COD, pH dan fenol menunjukkan bahwa status mutu air Sungai Dengkeng di lokasi penelitian untuk kelas I, indeks pencemaran (IP) pada daerah hulu, yaitu pada lokasi sampling titik 1 sampai dengan 5 masih dalam kategori kondisi baik. Sedangkan pada lokasi tengah, dimana sudah ada kontak dengan sumber pencemar limbah batik, yaitu pada lokasi sampling titik 6 sampai dengan 9 dimana pada lokasi ini sudah termasuk dalam kategori cemar ringan. Kemudian, nilai indeks pencemaran tertinggi adalah pada titik sampling 6 dan 7 dimana lokasi ini berdekatan dengan IPAL limbah batik di lokasi penelitian (lihat Gambar 2). Tabel 3 juga menunjukkan bahwa untuk status mutu air pada kelas II, status mutu air sungai Dengkeng di lokasi penelitian termasuk dalam kategori baik. Fenomena pencemaran sungai di daerah penelitian, yang berdekatan dengan sumber pencemar ini, telah banyak dikonfirmasi oleh peneliti lain [21][22][23][24]

Tabel 3. Nilai Indeks Pencemaran terhadap Baku Mutu Air Kelas I dan II Sungai Dengkeng di lokasi penelitian

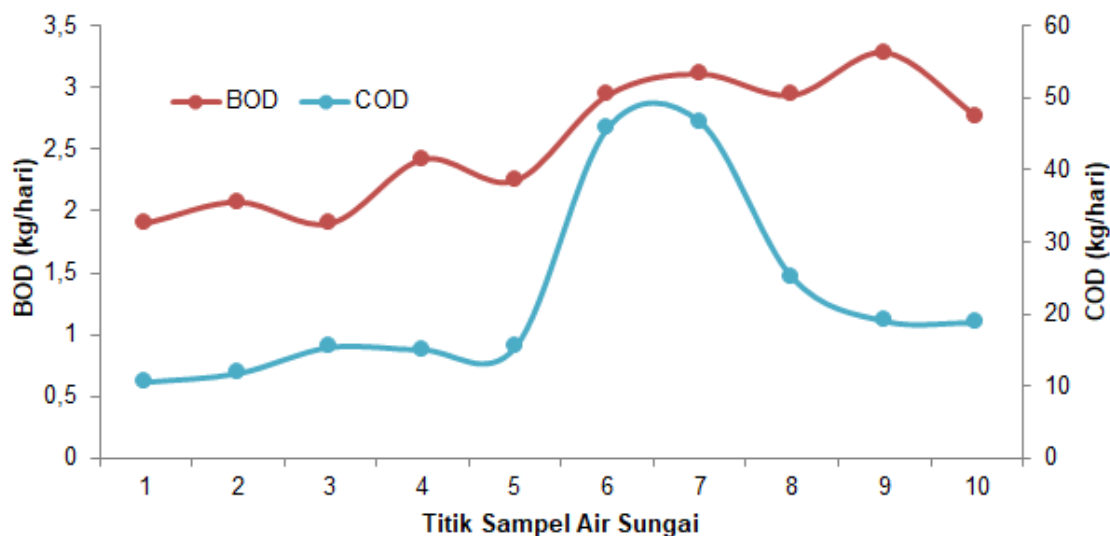
Lokasi	Indeks Pencemaran		Status Mutu	
	Kelas I	Kelas II	Kelas I	Kelas II
1	0.74	0.69	Baik	Baik
2	0.73	0.67	Baik	Baik
3	0.77	0.67	Baik	Baik
4	0.78	0.71	Baik	Baik
5	0.78	0.67	Baik	Baik
6	2.38	0.94	Tercemar ringan	Baik
7	2.41	0.97	Tercemar ringan	Baik
8	1.43	0.70	Tercemar ringan	Baik
9	1.02	0.71	Tercemar ringan	Baik
10	0.99	0.69	Baik	Baik

3.3 Beban pencemaran

Hasil perhitungan beban pencemaran dengan menggunakan rumus 2, dapat dilihat pada Tabel 4, sedangkan grafik pola nilai beban pencemaran dari hulu ke hilir Sungai Dengkeng di lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 4. Nilai beban pencemaran Sungai Dengkeng di lokasi penelitian

Titik lokasi	Beban Pencemaran (kg/hari)	
	BOD	COD
1	1,90	10,54
2	2,07	11,75
3	1,90	15,38
4	2,42	15,03
5	2,24	15,38
6	2,94	45,79
7	3,11	46,66
8	2,94	25,05
9	3,28	19,01
10	2,76	18,83
Total	25,57	223,43



Gambar 7. Ilustrasi pola nilai beban pencemaran dari hulu ke hilir Sungai Dengkeng di lokasi penelitian

Hasil perhitungan beban pencemaran pada Tabel 4 dan grafik pada Gambar 4 menunjukkan bahwa secara umum beban pencemaran Sungai Sungai Dengkeng di lokasi penelitian dari hulu ke hilir mengalami peningkatan, dimana untuk beban pencemaran konsentrasi paling tinggi adalah pada lokasi sampling 9 untuk parameter BOD sebesar 3,28 kg/hari, dan pada lokasi sampling 7 untuk parameter COD sebesar 46,66 kg/hari. Tingginya beban pencemaran pada lokasi ini diduga berkaitan dengan adanya aktifitas pembuangan limbah batik ke badan Sungai Sungai Dengkeng di lokasi penelitian. Adanya pembuangan limbah batik ini berkontribusi terhadap beban pencemaran cukup tinggi dimana juga menunjukkan indikasi adanya degradasi kualitas lingkungan di sekitar sungai Sungai Dengkeng di lokasi penelitian. Secara umum, pembuangan limbah ke badan sungai akan memberikan dampak beban pencemaran pada sungai, jika limbah tidak dikelola dengan baik, dikonfirmasi oleh hasil penelitian lain [25][26][27]. Hasil penelitian ini memberikan rekomendasi dalam rangka upaya pengelolaan Sungai Dengkeng di lokasi penelitian yaitu perlu adanya monitoring kualitas sungai secara rutin, melakukan pemeliharaan fasilitas pengolahan limbah IPAL komunal dengan baik serta melibatkan partisipasi masyarakat dalam rangka pengelolaan lingkungan sungai di lokasi penelitian.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka kualitas air Sungai Sungai Dengkeng di lokasi penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kualitas air Sungai Dengkeng di lokasi penelitian telah mengalami degradasi kualitas air dari hulu ke hilir, yang disebabkan oleh adanya aktivitas pembuangan limbah batik.
2. Kondisi kualitas air Sungai Dengkeng di lokasi penelitian menunjukkan bahwa telah terjadi penurunan kualitas air dari hulu sampai ke hilir sungai berdasarkan status mutu air. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa bagian hilir telah tercemar ringan berdasarkan baku mutu air untuk peruntukan kelas I.
3. Hasil perhitungan beban pencemaran Sungai Dengkeng di lokasi penelitian menunjukkan bahwa bahwa beban pencemaran Sungai Dengkeng di lokasi penelitian dari hulu menuju ke hilir telah meningkat cukup besar, untuk beban pencemaran BOD adalah sebesar 25,57 kg/hari, sedangkan COD adalah sebesar 223,43 kg/hari.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada BAPPEDA Kabupaten Klaten yang telah memberikan dukungan dan perijinan penelitian. Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim asisten laboratorium Geologi Tata Lingkungan, Departemen Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada yang telah membantu dalam pengambilan sampel dan data di lapangan serta penyusunan laporan.

Daftar Pustaka

- [1] Ksatrio, K, Tryamarti, C., Budienny, D. Kurniani. Pengaturan dan Perbaikan Sungai Dengkeng. *Jurnal Karya Teknik Sipil*. 2018. Vol. 7 (2)
- [2] Rahayu, P. 2012. Eksistensi Kerajinan Batik Tulis (Studi Perkembangan dan Dampak Sosial Ekonomi Masyarakat Desa Kebon, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten). 2012. *Jurnal Candi*. Vol. 4(2).
- [3] Badan Standarisasi Nasional. *Metoda pengambilan contoh air permukaan*. SNI 6989.57.2008. Jakarta
- [4] Badan Standarisasi Nasional. *Tata cara pengukuran debit aliran sungai dan saluran terbuka menggunakan alat ukur arus dan pelampung*. 2015. Jakarta.
- [5] Badan Standarisasi Nasional. *Air dan Air Limbah Bagian 72: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD)*. SNI 6989.72. 2009. Jakarta
- [6] Badan Standarisasi Nasional. *Air dan Air Limbah–Bagian 2: Cara uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (Chemical Oxygen Demand/COD) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri*. SNI 6989.2.2009. Jakarta
- [7] Badan Standarisasi Nasional. *Air dan Air Limbah-Bagian 21: Cara uji kadar fenol secara spektrofotometri*. SNI 6989.21, 2004. Jakarta
- [8] Kementrian Negara Lingkungan Hidup, *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air*. 2003. Jakarta
- [9] Kementrian Negara Lingkungan Hidup, *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 tahun 2003 tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air pada Sumber Air*. 2003. Jakarta
- [10] Kusumaningrum, R., Suyanto, S., Solichin, S. Analisis Angkutan Sedimen Anak Sungai Bengawan Solo Pada Sungai Dengkeng. 2015. *Matriks Teknik Sipil*. Vol. 3(1).
- [11] Samodra, H., Sutisna, K. *Peta Geologi Lembar Klaten (Bayat), Jawa, Skala 1: 50.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. 1997. Bandung
- [12] Troelstrup, N.H., Perry, J.A. Water quality in southeastern Minnesota streams: observations along a gradient of land use and geology. *Journal of the Minnesota Academy of Science*. 1989. Vol. 55(1): 6-13.
- [13] Bostanmaneshrad, F., Partani, S., Noori, R., Nachtnebel, H. P., Berndtsson, R., & Adamowski, J. F. Relationship between water quality and macro-scale parameters (land use, erosion, geology, and population density) in the Siminehrood River Basin. *Science of the Total Environment*. 2018. Vol. 639: 1588-1600.
- [14] Singh, A. K., Mondal, G. C., Kumar, S., Singh, T. B., Tewary, B. K., & Sinha, A. Major ion chemistry, weathering processes and water quality assessment in upper catchment of Damodar River basin, India. *Environmental Geology*. 2008. Vol., 54(4): 745-758
- [15] Kementrian Negara Lingkungan Hidup, *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, No. 115 tahun 2003, tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air*, 2003. Jakarta.
- [16] Xiao, C., Chen, J., Chen, D. Chen, R. Effects of river sinuosity on the self-purification capacity of the Shiwuli River, China. *Water Supply*, 2019. Vol. 19(4): 1152-1159.
- [17] Šaulys, V., Survilė, O. Stankevičienė, R. An assessment of self-purification in streams. *Water*. 2020. Vol. 12(1): 87.
- [18] Das, N., Saikia, C., Sarma, J., Deka, D. Deka, C., Study of self purification phenomenon of Bahini-Bharalu River. *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology*. 2016. Vol. 6(4): 596-603.
- [19] Nugraha, W.D., Sarminingsih, A. Alfisya, B. The Study of Self Purification Capacity Based on Biological Oxygen Demand (BOD) and Dissolved Oxygen (DO) Parameters. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. Vol. 448(1): 012105
- [20] Bakar, A.A.A. Khalil, M.K. Study on stream ability for self-purification process in receiving domestic wastewater. 2016. *Advanced Science Letters*. Vol. 22(5-6): 252-1255.
- [21] Sari, E. K., Wijaya, O. E. Penentuan status mutu air dengan metode indeks pencemaran dan strategi pengendalian pencemaran Sungai Ogan Kabupaten Ogan Komering Ulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 2019. Vol. 17(3): 486.
- [22] Lusiana, N., Sulianto, A. A., Devianto, L. A., Sabina, S. Penentuan Indeks Pencemaran Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Menggunakan Software QUAL2Kw (Studi Kasus Sungai Brantas Kota Malang). 2020. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 8(2).
- [23] Effendi, H. River water quality preliminary rapid assessment using pollution index. *Procedia Environmental Sciences*. 2016. Vol. 33: 562-567.

- [24] Wang, B., Wang, Y., Wang, S. Improved water pollution index for determining spatiotemporal water quality dynamics: Case study in the Erdao Songhua River Basin, China. *Ecological Indicators*. 2021. Vol. 129: 107931.
- [25] Djoharam, V., Riani, E., Yani, M. Analisis kualitas air dan daya tampung beban pencemaran sungai pesanggrahan di wilayah provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 2018. Vol. 8(1): 127-133.
- [26] Bukit, N. T., Yusuf, I. A. Beban pencemaran limbah industri dan status kualitas air Sungai Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 2002. Vol. 3(2): 98-106.
- [27] Singh, V., Nagpoore, N. K., Lehri, A. Monitoring and assessment of pollution load in surface water of river Ganga around Kanpur, India: A study for suitability of this water for different uses. *Environmental Technology & Innovation*. 2020. Vol. 18: 100676.

