

## PENILAIAN TINGKAT PENCEMARAN AIR S. BENGAWAN SOLO DENGAN MENGGUNAKAN INDEKS KIMIA-FISIKA

Armaita Sutriati

Peneliti Madya Bidang Teknik Lingkungan Sumber Daya Air  
Pusat Litbang Sumber Daya Air, Jl. Ir. H. Juanda 193 No. 193 Bandung 40135  
E-mail : tatiarmaita@yahoo.com

Diterima:.....; Disetujui:.....

### ABSTRAK

Kualitas air sungai di berbagai tempat di Indonesia terus menurun akibat terjadinya pencemaran oleh limbah domestik, industri dan pertanian. S. Bengawan Solo berdasarkan nilai Indeks Pencemaran (Kepmen LH 115, tahun 2003) berada pada "kondisi tercemar ringan" sampai "sedang". Kondisi ini menyebabkan kualitas air sungai sudah tidak sesuai lagi dengan peruntukannya. Penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat pencemaran air S. Bengawan Solo dengan menggunakan indeks kimia-fisika. Dengan mengetahui tingkat pencemaran air, pihak pengelola sumber daya air dapat memprioritaskan ruas-ruas tertentu untuk ditingkatkan kualitas airnya, sehingga dapat dikembangkan sebagai sumber air baku berbagai keperluan. Indeks kimia-fisika ini dapat diaplikasikan pada satu data hasil pengukuran kualitas air (pengukuran sesaat), sehingga penggunaannya dapat dijadikan alternatif lain untuk menentukan tingkat pencemaran air (TPA) secara cepat. Tingkat pencemaran air S. Bengawan Solo adalah "tercemar sangat ringan" sampai "tercemar ringan" pada musim hujan, tetapi pada musim kemarau sangat bervariasi. TPA S. Bengawan Solo dari hulu ke hilir pada periode tahun 1995 adalah "tercemar ringan" sampai "tercemar kritis" dan "tercemar ringan" sampai "tercemar sangat berat" pada periode 2002 - 2011. Penurunan kualitas air semakin terlihat dengan naiknya nilai TPA pada ruas bagian hulu pada periode 2006 - 2011.

**Kata kunci :** Sungai, kualitas air, kriteria mutu air, indeks kimia-fisika, tingkat pencemaran air

### ABSTRACT

River water quality at various places in Indonesia continues to decline due to pollution by domestic, industrial, and agriculture waste. The Pollutant Index of Solo River is showing conditions from "lightly polluted" to "medium polluted". These conditions cause the river water quality to be no longer appropriate to its designation. This study aims to assess the level of water pollution of the Solo River using the chemical-physical index. By knowing the level of water pollution, the water resources management can prioritize certain sections for improved water quality, so that it can be developed as a source of raw water for a variety of purposes. The chemical-physical index can be limited to one data measurement (grab sampling data), so its use may be another alternative to rapid determination of water pollution level (WPL). The WPL in the Solo River is "very lightly polluted" to "lightly polluted" during the rainy season, but during the dry season varies greatly. The WPL of the Solo River from upstream to downstream in the period 1995 was identified from "lightly polluted" to "critically polluted" and from, "lightly polluted" to "very heavy polluted" in the period 2002-2011. Decline in water quality had significantly increased as was observed by the rising WPL value in the upstream segment during the period 2006 to 2011.

**Keywords:** River, water quality, water quality criteria, chemical-physical index, water pollution level

### PENDAHULUAN

Kualitas air sungai di berbagai tempat di Indonesia terus menurun akibat terjadinya pencemaran baik oleh limbah domestik, industri, pertanian dan peternakan. Kementerian Lingkungan Hidup telah melakukan pemantauan kualitas air bersih di 32 sungai tahun 2004 dan 30 sungai tahun 2005 di Indonesia dengan frekuensi pengambilan dua kali dalam setahun. Hasilnya menunjukkan bahwa lebih dari 50 persen parameter oksigen terlarut (DO), BOD (*biochemical oxygen demand*), COD (*chemical oxygen demand*), *fecal coli* dan *total coliform* sudah tidak memenuhi

kriteria mutu air kelas II sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 (WALHI, 2009).

Berbagai upaya telah dilakukan untuk menanggulangi masalah pencemaran, diantaranya adalah Program Kali Bersih (PROKASIH) yang merupakan program tindak kerja (action plan) dalam pengendalian pencemaran air sungai yang dicanangkan dan mulai dilaksanakan oleh Kementerian Lingkungan Hidup sejak tahun 1989. Tujuan dari pelaksanaan Prokasih adalah tercapainya kualitas air sungai yang baik (memenuhi standar peruntukannya), terciptanya sistem kelembagaan yang mampu melaksanakan pengendalian pencemaran air secara efektif dan

efisien serta terwujudnya kesadaran dan tanggungjawab masyarakat dalam pengendalian pencemaran sungai. Namun pada kenyataannya, banyak air sungai sudah tercemar sudah tidak sesuai lagi dengan peruntukannya, dan tidak bisa lagi digunakan secara maksimal untuk berbagai keperluan. Penduduk yang bermukim di bantaran sungai yang pada umumnya tidak mempunyai sarana MCK merupakan penyumbang terbesar terhadap terjadinya pencemaran sungai dengan cara membuang limbah secara langsung ke sungai. Sementara sungai juga merupakan sumber baku air bersih bagi masyarakat untuk keperluan seperti mandi, cuci dan keperluan rumah tangga lainnya (Armaita, 2011).

Sungai Bengawan Solo merupakan salah satu sungai terbesar di Pulau Jawa, terletak di Propinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur dengan luas wilayah sungai  $\pm 12\%$  dari seluruh wilayah Pulau Jawa, berada pada posisi  $110^{\circ}18'$  BT sampai  $112^{\circ}45'$  BT dan  $6^{\circ}49'$ LS sampai  $8^{\circ}08'$  LS. DAS Bengawan Solo merupakan DAS terluas di WS Bengawan Solo yang meliputi Sub DAS Bengawan Solo Hulu, Sub DAS Kali Madiun dan Sub DAS Bengawan Solo Hilir. Sub DAS Bengawan Solo Hulu dan sub DAS Kali Madiun dengan luas masing-masing  $\pm 6.072 \text{ km}^2$  dan  $\pm 3.755 \text{ km}^2$ . Bengawan Solo Hulu dan Kali Madiun mengalirkan air dari lereng gunung berbentuk kerucut yakni Gunung Merapi ( $\pm 2.914 \text{ m}$ ), Gunung Merbabu ( $\pm 3.142 \text{ m}$ ) dan Gunung Lawu ( $\pm 3.265 \text{ m}$ ), sedangkan luas Sub DAS Bengawan Solo Hilir adalah  $\pm 6.273 \text{ km}^2$ . Sungai Bengawan Solo merupakan sumber air yang sangat potensial untuk pengembangan sumber daya air (SDA) sebagai air baku untuk kebutuhan domestik, air baku air minum dan industri, irigasi dan lain-lain (BBWS Solo, 2009).

S. Bengawan Solo sendiri secara fisik sudah banyak mengalami perubahan, dengan dibangunnya waduk, bendungan dan beberapa sodetan. Berdasarkan penelitian Balai Riset Perairan Umum, pada ruas daerah Solo dan Sragen sekitarnya terindikasi telah tercemar berat, terlihat dari kadar oksigen terlarut pada beberapa lokasi sangat rendah, yaitu di Desa Tenggak dan Desa Butuh yang terletak di Kabupaten Sragen  $1,94 \text{ mg/L}$ , Desa Tundungan di Kabupaten Karanganyar  $1,93 \text{ mg/L}$  dan di Desa Cemeng dan Kebak Kramat pernah tercatat mencapai  $0 \text{ mg/L}$ . Kadar COD sangat bervariasi antara  $1,64 \text{ mg/L}$  -  $127,5 \text{ mg/L}$  dan kadar yang tertinggi terdeteksi di Desa Cemeng (Kabupaten Sragen), yaitu sebesar  $127,5 \text{ mg/L}$ . Selain itu pada beberapa lokasi kadar ammonia bebas terdeteksi lebih besar dari  $0,2 \text{ mg/L}$ , yaitu di Butuh  $0,103 \text{ mg/L}$ , Tenggak  $1,057 \text{ mg/L}$  dan Cemeng  $0,927 \text{ mg/L}$ . Beberapa parameter lainnya juga cukup tinggi, antara lain fenol dengan kadar antara  $0,087$  -  $1,431 \text{ mg/L}$ , kadar minyak dan

lemak antara  $2,6$  -  $54,6 \text{ mg/L}$ , tembaga (Cu) berkisar antara  $0,026$  -  $0,293 \text{ mg/L}$  dan seng (Zn) antara  $0,515$  -  $2,892 \text{ mg/L}$  (Balai Riset Perairan Umum, 2010).

Penilaian kondisi kualitas air dengan menggunakan nilai Indeks Pencemaran (IP) sesuai Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115, tahun 2003, telah dilakukan Badan Lingkungan Hidup Daerah Prov. Jawa Tengah pada 18 titik pengamatan yang tersebar di sepanjang aliran sungai Bengawan Solo. Kondisi perairan sungai DAS Bengawan Solo berdasarkan nilai Indeks Pencemaran (IP) berada pada kondisi tercemar ringan sampai dengan sedang. Nilai IP ini didapatkan dengan membandingkan nilai rata-rata beberapa parameter dengan bakumutu kualitas air kelas II sesuai Perda No.2 Tahun 2008 (Bappeda Prov. Jatim, 2011).

Untuk menentukan tingkat pencemaran air dengan menggunakan Indeks Pencemaran (IP), diperlukan suatu serial data kualitas air (time series data) dan parameternya pun sesuai dengan parameter yang tercantum pada kriteria mutu air atau bakumutu yang berlaku. Dengan keterbatasan ketersediaan data kualitas air, penggunaan indeks kimia-fisika dapat dijadikan alternatif lain untuk menentukan tingkat pencemaran air secara cepat. Penilaian dengan indeks kimia-fisika ini dapat diaplikasikan pada satu data pengambilan, tetapi minimal mencakup 8 parameter kualitas air yaitu kejenuhan oksigen, BOD, pH, DHL, temperatur, ammonia total, nitrat dan ortofosfat.

Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Solo mempunyai tugas melaksanakan pengelolaan sumberdaya air yang meliputi perencanaan, pelaksanaan konstruksi, operasi dan pemeliharaan dalam rangka konservasi sumberdaya air, pendayagunaan sumberdaya air dan pengendalian daya rusak air sungai-sungai di wilayah kerjanya.

Pada ruas dengan tingkat pencemaran air "belum tercemar" atau "tercemar ringan", dapat dikembangkan sebagai sumber air baku untuk berbagai pemanfaatan. Pada ruas dengan tingkat pencemaran "sedang" sampai dengan "tercemar sangat berat", perlu ada upaya untuk pengendalian pencemaran agar dapat dimanfaatkan sesuai dengan peruntukannya.

### Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat pencemaran air sungai Bengawan Solo dengan menggunakan indeks kimia-fisika. Dengan mengetahui tingkat pencemaran air maka pengelola sumber daya air dapat menentukan atau memprioritaskan ruas-ruas tertentu untuk ditingkatkan kualitas airnya, sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal sesuai dengan peruntukannya.

**Lokasi Penelitian**

Penelitian kualitas air S. Bengawan Solo dilakukan pada 5 titik lokasi pemantauan dari hulu ke hilir seperti Gambar 1 dan Tabel 1 dibawah ini.

**TINJAUAN PUSTAKA**

**Penelitian Kualitas Air di Indonesia**

Sekitar 65 persen penduduk Indonesia atau sekitar 125 juta jiwa menetap di Pulau Jawa yang luasnya hanya 7 persen dari seluruh luas daratan Indonesia. Ditinjau dari sudut potensi air yang tersedia hanya 4,5 persen yang dapat dimanfaatkan dari total potensi air di Indonesia. Dipandang dari segi pengembangan sumber daya air, permasalahan air di Jawa termasuk kategori kritis tidak hanya menyangkut kuantitas tetapi juga kualitasnya.

Permasalahan sungai ditinjau dari segi kualitas adalah terjadinya penurunan kualitas air akibat pencemaran sungai, yang pada umumnya telah dipengaruhi oleh limbah domestik yang masuk ke badan air di samping limbah lainnya yang berasal dari industri, pertanian maupun peternakan. Pemantauan kualitas air sungai telah dilakukan oleh Kementerian Lingkungan Hidup di 30 propinsi Indonesia tahun 2004 dengan frekwensi pengambilan sampel sebanyak dua kali dalam setahun. Hasil pemantauan menunjukkan parameter DO, BOD, COD, fecal coli dan total coliform mayoritas sudah tidak memenuhi kriteria mutu air kelas I menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Untuk parameter biologi, fecal coli dan total coliform dapat dikatakan bahwa mayoritas sungai yang terdapat di kota padat penduduk seperti di pulau Jawa cenderung lebih tercemar oleh bakteri tersebut, seperti di Sungai Progo dan Bengawan Solo (Jateng dan Jatim), Sungai Ciliwung (Jakarta),

dan Sungai Citarum di Jawa Barat (WALHI, 2009).

Berbagai penelitian dan kajian telah dilakukan untuk mengetahui kesesuaian kualitas sumber air dengan bakumutu dan peruntukan (Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001), Status Mutu Air (Metode Storet, Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003) dan Penilaian Indeks Pencemaran (Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003), semua itu dilakukan untuk mengetahui kondisi kualitas sumber air, agar dapat dilakukan upaya pengendalian pada ruas-ruas tertentu yang sangat berpotensi digunakan untuk berbagai pemanfaatan.

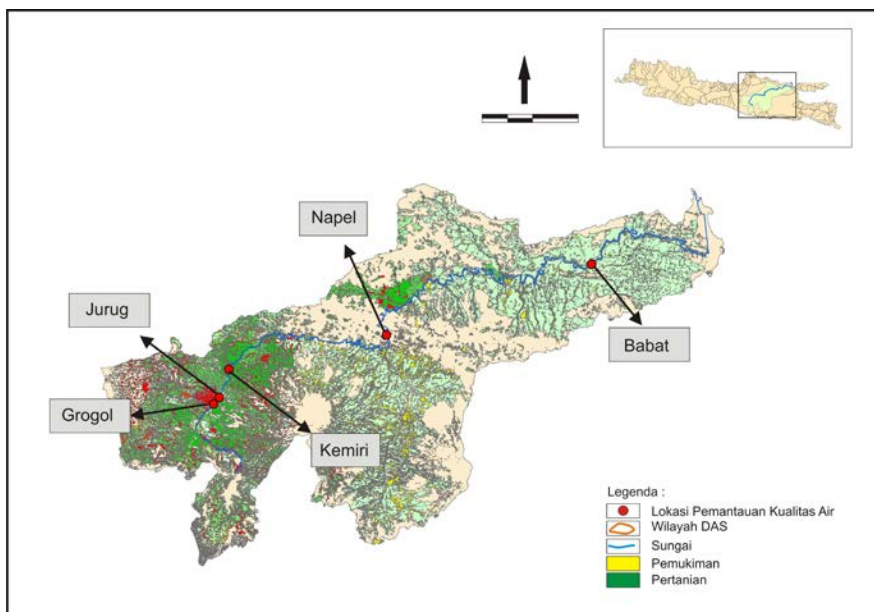
**Indeks Kimia-Fisika**

Indeks kimia-fisika adalah salah satu cara yang dapat digunakan untuk melakukan penilaian atau evaluasi kualitas air secara cepat. Indeks ini dihitung berdasarkan indeks kimia-fisika yang diperkenalkan oleh Bach (1980) dan dapat digunakan untuk mengevaluasi kualitas air sungai. Indeks kimia-fisika mempunyai nilai mulai dari 100 sampai nol. Semakin baik kualitas air, maka nilai indeksnya pun semakin besar, sebaliknya bila kualitas airnya memburuk nilai indeksnya semakin kecil.

Hubungan antara nilai Indeks Kimia-fisika (Indeks K-F) dengan Tingkat Pencemaran Air (TPA) pertama kali dikembangkan oleh Badan Pengelola Kualitas Air di Jerman (Bach, 1986) untuk mempermudah dalam melakukan evaluasi terhadap kualitas air. Klasifikasi TPA ini terdiri dari 7 tingkat (1 sampai dengan 7), yang dibuat berdasarkan sistem saprobia. Nilai indeks ini dapat digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran air yang menggambarkan kondisi kualitas air dari belum/tidak tercemar (nilai indeks antara 83-100) sampai tercemar sangat berat (indeks antara 0 - 16) (Samsul dkk, 2007).

**Tabel 1** Lokasi Pengambilan Contoh Air S. Bengawan Solo

No.	Titik Pantau	Lokasi	Koordinat	
			LS	BT
1.	Grogol	Kel. Solo Bapu, Kec. Grogol, Kab. Sukohardjo, Prov. Jawa Tengah	07°36.845'	110°49.145'
2.	Jurug	Ds. Jurug, Kec. Palur, Kab. Karang Anyar, Prov. Jawa Tengah	07°33.006'	107°51.394'
3.	Kemiri	Ds. Kemiri, Kec. Kebak Kramat, Kab. Sragen, Prov. Jawa Tengah	07°31.243'	110°53.123'
4.	Napel	Kp. Napel, Ds. Kerek, Kec. Ngawi, Kab. Ngawi, Prov. Jawa Timur	07°09.12'	110°09.27'
5.	Babat	Kp. Babat, Ds. Babat, Kec. Babat, Kab. Lamongan, Prov. Jawa Timur	07°05.56'	110°10.31'



**Gambar 1** Lokasi Pemantauan Kualitas Air di S. Bengawan Solo

Indeks kimia-fisika ini juga telah diaplikasikan pada Sungai Ciliwung. Lokasi pengambilan sampel air sungai sebanyak 15 stasiun di sepanjang Sungai Ciliwung yang terdiri dari 8 stasiun di bagian hulu, 4 stasiun bagian tengah dan 3 stasiun merupakan bagian hilir. Hasil perhitungan menunjukkan tingkat pencemaran di Sungai Ciliwung pada bagian hulu masih belum tercemar sampai tercemar ringan dengan kisaran nilai 79 - 86; bagian tengah mulai tercemar ringan hingga sedang dengan kisaran nilai indeks sebesar 32 - 73 dan bagian hilir pencemaran yang terjadi sudah tergolong berat dengan nilai indeks antara 13 - 15 (Tri Suryono dkk, 2009).

Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Solo mempunyai tugas melaksanakan pengelolaan sumberdaya air termasuk pemeliharaan dalam rangka konservasi sumberdaya air, pendayagunaan sumberdaya air dan pengendalian daya rusak air sungai-sungai di wilayah kerjanya. Untuk menunjang tersebut diatas diperlukan data tentang status mutu sungai dan tingkat pencemaran air. Indeks kimia-fisika ini dapat digunakan sebagai alternatif lain untuk menentukan tingkat pencemaran air pada ruas sungai, bila ketersediaan data kualitas air terbatas.

Penilaian dengan indeks kimia-fisika ini dapat diaplikasikan pada satu data pengambilan, tetapi minimal mencakup 8 parameter kualitas air yaitu kejenuhan oksigen, BOD, pH, DHL, temperatur, ammonia total, nitrat dan ortofosfat. Pada ruas dengan tingkat pencemaran air yang belum tercemar atau tercemar ringan, dapat dikembangkan sebagai sumber air baku untuk berbagai pemanfaatan. Pada ruas dengan tingkat pencemaran sedang sampai dengan tercemar sangat berat, perlu ada upaya untuk pengendalian

pencemaran agar dapat dimanfaatkan sesuai dengan peruntukannya.

## METODE PENELITIAN

Penilaian tingkat pencemaran air S. Bengawan Solo dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu pengambilan contoh air, pemeriksaan parameter kualitas air di lapangan, pemeriksaan kualitas air di laboratorium, penilaian indeks fisika-kimia dan tingkat pencemaran air.

### 1 Penelusuran Literatur

Penelusuran literatur berupa hasil studi penelitian sebelumnya, pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer meliputi data kualitas air periode tahun 1995-2011. Data sekunder berupa data pemantauan kualitas air dari berbagai instansi dan data untuk menghitung potensi emisi pencemaran yang terdiri dari data penduduk, industri dan pertanian. Data ini diperoleh dari berbagai instansi antara lain dari Badan Pusat Statistik Kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur, Dinas Perindustrian dan Perdagangan, Dinas Pertanian dan Dinas PU Pengairan di wilayah studi.

### 2 Pengambilan Contoh dan Pemeriksaan Parameter Kualitas Air di Lapangan

Metode pengambilan contoh air dilaksanakan berdasarkan Kumpulan Standar Nasional Indonesia, (SNI) tahun 2004 dan *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* edisi 21<sup>th</sup> tahun 2005. Untuk parameter yang mudah berubah kadarnya dan tidak dapat diawetkan, maka pemeriksaannya dilakukan secara langsung di lapangan, seperti parameter suhu, derajat keasaman (pH), asidi-

alkalinitas, oksigen terlarut (DO), daya hantar listrik (DHL) dan bakteri koliform. Parameter lapangan yang digunakan untuk menilai tingkat pencemaran air dengan menggunakan indeks kimia-fisika adalah oksigen terlarut, daya hantar listrik, pH dan temperatur.

**3 Pemeriksaan Kualitas Air di Laboratorium**

Parameter lain yang pemeriksaannya dapat ditanggihkan dengan penambahan bahan pengawet yang sesuai, analisisnya dilakukan di Laboratorium Lingkungan Keairan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, Bandung. Metode pengujian kualitas air dilaksanakan berdasarkan kepada Kumpulan Standar Nasional Indonesia, (SNI) tahun 2004 dan berdasarkan *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* edisi 21<sup>th</sup> tahun 2005. Parameter-parameter kimia yang diperiksa antara lain: klorida, sulfat, natrium, kalsium, kalium, magnesium, fluorida dan parameter logam. Selain itu diperiksa juga total fosfat, nitrat, total ammonium dan parameter yang menggambarkan pencemaran bahan organik seperti BOD dan COD (AWWA, 2005). Dari keseluruhan parameter yang diperiksa di Laboratorium, parameter yang digunakan dalam penerapan indeks kimia-fisika adalah BOD, ammonia total, nitrat dan ortofosfat.

**4 Indeks Kimia-fisika dan Tingkat Pencemaran Air**

**Indeks Kimia-Fisika**

Indeks kimia-fisika merupakan salah satu cara untuk untuk menilai secara cepat kondisi kualitas sumber air. Indeks kimia-fisika mempunyai nilai dari 0 – 100. Semakin tinggi nilai indeks kimia-fisika air, maka kualitas airnya semakin baik, sebaliknya bila nilai indeksnya kecil atau rendah pada ruas tersebut kualitas airnya tergolong buruk. Untuk menggunakan indeks kimia-fisika ini, diperlukan pengukuran 8 (delapan) parameter, yaitu kejenuhan oksigen (%), pH, suhu, daya hantar listrik (DHL), BOD, ammonia total, nitrat dan ortofosfat.

Perhitungan indeks kimia-fisika dilakukan berdasarkan rumus :

$$IKf = \pi^n q_i^{w_i} = q_1^{w_1} \times q_2^{w_2} \times \dots \times q_n^{w_n}$$

$$I = 1$$

Keterangan :

Ikf : Indeks kimia-fisika, nilainya bervariasi antara 0 – 100.

n : Parameter yang ditetapkan (8 parameter)

q<sub>i</sub> : Sub indeks untuk parameter i, nilainya bervariasi dari 0 – 100.

w<sub>i</sub> : Faktor untuk parameter i, nilainya bervariasi antara 0 – 1.

Harga q dan w setiap parameter ditentukan berdasarkan kadar masing-masing parameter tersebut. Penentuan nilai q dan w dari tiap parameter diperoleh dari percobaan yang dilakukan oleh Bach dan untuk penggunaan di Indonesia dilakukan penyesuaian terhadap sub indeks dari parameter temperatur dengan keadaan di Indonesia.

Nilai Q dari 8 parameter dapat dilihat pada Lampiran 1, sedangkan nilai W dari masing-masing dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2** Nilai Faktor w untuk Menghitung Indeks Kimia-Fisika

No.	Parameter	Satuan	Nilai Faktor
			w
1.	Kejenuhan oksigen terlarut	%	0,20
2.	BOD	mg/L	0,20
3.	pH	-	0,10
4.	Daya hantar listrik (DHL)	µmhos/cm	0,07
5.	Temperatur	°C	0,08
6.	Ammonia	mg/L	0,15
7.	Nitrat	mg/L	0,10
8.	Ortofosfat	mg/L	0,10
n = 8		Jumlah	1,00

**Contoh Perhitungan Indeks Kimia-Fisika**

Cara perhitungan indeks kimia-fisika yang digunakan pada S. Bengawan Solo, dapat dilihat pada Tabel 3.








**Tabel 3** Contoh Perhitungan dengan Menggunakan Indeks Kimia-Fisika

Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran	W <sub>i</sub>	Q <sub>i</sub> <sup>W<sub>i</sub></sup>
Kejenuhan oksigen terlarut	%	69	0,20	2,262
BOD	mg/L	6,0	0,20	2,047
pH	-	7,9	0,10	1,554
Daya hantar listrik (DHL)	µmhos/cm	506	0,07	1,336
Temperatur	°C	31,5	0,08	1,166
Ammonia	mg/L	0,238	0,15	1,910
Nitrat	mg/L	1,02	0,10	1,563
Ortofosfat	mg/L	0,129	0,10	1,514
Indek KF = 2,262 x 2,047 x 1,554 x 1,336 x 1,166 x 1,910 x 1,563 x 1,514 = 50,7				

**Tingkat Pencemaran Air (TPA)**

Hubungan antara nilai Indeks Kimia-fisika (Indeks K - F) dengan Tingkat Pencemaran Air (TPA) pertama kali dikembangkan oleh Badan Pengelola Kualitas Air di Jerman untuk mempermudah dalam melakukan evaluasi terhadap kualitas air (Bach, 1986). Klasifikasi TPA ini terdiri dari 7 tingkat (1 sampai dengan 7), yang dibuat berdasarkan sistem saprobia.

**Tabel 4** Hubungan Antara Nilai Indeks Kimia-Fisika dengan Tingkat Pencemaran Air (TPA)

Nilai Indeks K - F	TPA	Simbol Warna	Status
100 - 83	1		Belum tercemar
82 - 73	2		Tercemar sangat ringan
72 - 56	3		Tercemar ringan
55 - 44	4		Tercemar sedang
43 - 27	5		Tercemar kritis
26 - 17	6		Tercemar berat
16 - 0	7		Tercemar sangat berat

**HASIL PENELITIAN DAN BAHASAN**

**1 Kualitas Air S. Bengawan Solo**

Berbagai faktor penyebab terjadinya perubahan kualitas air, antara lain perubahan tata guna lahan, penambahan penduduk dan juga pertumbuhan industri yang sangat pesat mengisi ruang-ruang di sepanjang aliran sungai. Tidak hanya menggunakan sungai sebagai sumber air baku untuk berbagai keperluan, tetapi juga membuang limbah dan sungai berubah fungsi menjadi perairan penampung. Berdasarkan data hasil pemantauan kualitas air yang dilakukan oleh Pusat Litbang Sumber Daya Air sejak tahun 1995 sampai tahun 2011, kondisi kualitas air S. Bengawan Solo dari hulu ke hilir sangat bervariasi. Penilaian perubahan kualitas air dilakukan dengan menggunakan parameter yang merupakan indikator pencemar yaitu oksigen terlarut (DO), *biochemical oxygen demand (BOD)* dan *chemical oxygen demand (COD)*.

**Oksigen Terlarut (DO)**

Oksigen terlarut merupakan parameter kualitas air yang dapat digunakan sebagai indikator tingkat kesegaran air. Keberadaan oksigen terlarut dalam air membantu terjadinya reaksi oksidasi dan reduksi yang dapat merubah bentuk logam dan senyawa-senyawa lainnya. Bila kadar oksigen terlarut dalam air relatif tinggi maka kualitas air tersebut masih baik, tetapi bila kadar oksigen terlarutnya rendah dan bahkan dapat mencapai nol, maka sumber air tersebut telah tercemar oleh bahan pencemar organik yang

mengakibatkan air berwarna hitam dan berbau busuk (Nana T, 1998).

Berdasarkan data hasil pengukuran kualitas air yang dilakukan oleh Pusat Litbang Sumber Daya Air pada periode tahun 1995 - 2005, kadar oksigen terlarut pada ruas Grogol cenderung menurun. Bila dilihat dari kadar minimum oksigen terlarut periode tahun 1995 nilainya 5,7 mg/L, menjadi 5,0 mg/L pada periode 2002-2005, dan pada periode 2006-2011 turun menjadi 4,5 mg/L. Demikian juga halnya dengan kondisi kualitas air di lokasi Jurug cenderung menurun, kadar minimum oksigen terlarut pada periode tahun 2006-2011 adalah 1,8 mg/L. Di lokasi Kemiri, meskipun kadar minimum oksigen terlarut mencapai nol pada tahun 2002-2005 dan 2006-2011, terjadi kecenderungan membaik kualitas airnya, dengan kadar oksigen terlarut yang cukup tinggi di musim hujan dengan kadar maksimum 6,0 mg/L.

Kondisi yang sama juga terjadi di lokasi Babat, cenderung membaik dengan kadar oksigen terlarut antara 4,0 - 7,8 mg/L. Hal ini disebabkan adanya suplesi dari anak-anak sungai Bengawan Solo yang mempunyai kualitas yang cukup baik.

Kadar minimum dan maksimum oksigen terlarut tahun 1995 sampai tahun 2011, dapat dilihat pada pada Tabel 5 dan Gambar 2.

**Tabel 5** Perubahan Kualitas Air S. Bengawan Solo Tahun 1995-2011 Ditinjau dari Parameter DO

Tahun	1995		2002 - 2005		2006 - 2011	
	Kadar DO (mg/L)					
	min	maks	min	maks	min	maks
Lokasi						
Grogol	5.7	6.7	5.0	6.8	4.5	6.7
Jrug	5.9	6.9	4.8	5.9	1.8	6.8
Kemiri	6.4	7.1	0.0	5.9	0.0	6.0
Napel	-	-	5.6	5.8	4.6	7.7
Babat	1.6	3.7	5.6	5.7	4.0	7.8

*Sumber data : Pusat Litbang SDA, Data tahunan 1995 s/d 2010 dan Laporan Pengelolaan Basisdata dan SI-SDA Bidang Lingkungan Keairan Tahun 2011.*

**Biochemical Oxygen Demand (BOD)**

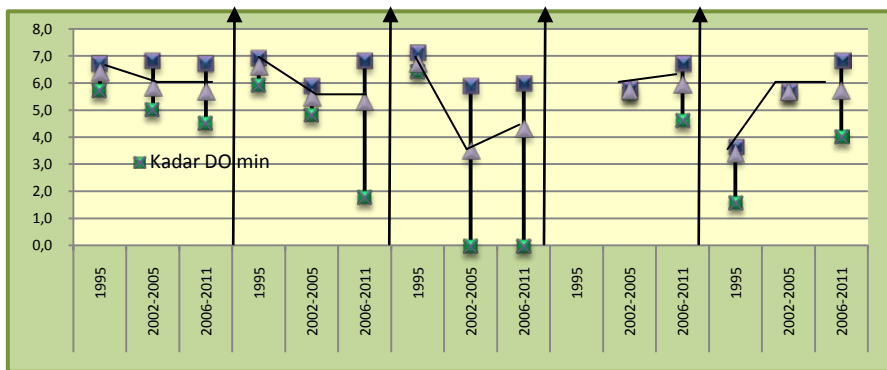
Hasil pemantauan kualitas air S. Bengawan Solo yang dilaksanakan oleh Pusat Litbang Sumber Daya Air sejak tahun 1995 sampai dengan tahun 2011, menunjukkan fenomena yang sama bila ditinjau dari segi parameter BOD. Hanya nilainya berbanding terbalik dengan oksigen terlarut. Bila dilihat dari kadar maksimum BOD paling tinggi di lokasi Grogol adalah 12 mg/L (periode tahun 2002-2005), namun kualitasnya membaik pada periode 2006-2011 dimana kadar BOD turun menjadi 4,9 mg/L. Di lokasi Jurug kadar maksimum BOD pada periode tahun 2002-2005 adalah 15 mg/L, tetapi pada periode 2006-2011 turun menjadi antara 3,8

- 7,7 mg/L. Kondisi kualitas air kembali memburuk di lokasi Kemiri, kadar BOD maksimum pada periode 2002 - 2005 adalah 18 mg/L dan sedikit menurun pada periode tahun 2006-2011 menjadi 15 mg/L. Di lokasi Napel dan Babat, terjadi pada periode tahun 2006 - 2011 kualitas airnya cenderung membaik dengan kadar BOD antara 1,1 - 8,4 mg/L.

Kadar BOD minimum, maksimum dan rata-rata S. Bengawan Solo pada periode pemantauan tahun 1995 - 2011 dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 3.

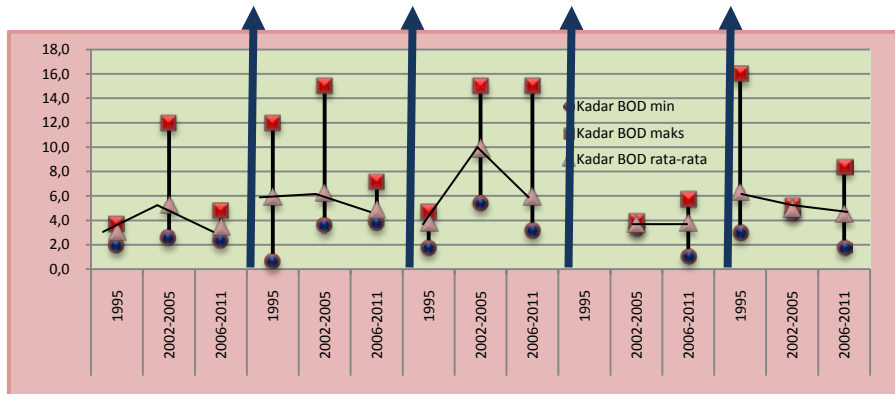
**Chemical Oxygen Demand (COD)**

Data hasil pemantauan kualitas air periode tahun 1995 yang dilaksanakan oleh Pusat Litbang Pengairan memperlihatkan kondisi kualitas air yang masih bagus dengan kadar COD di bagian hulu di Grogol berkisar antara 3,2 - 8,0 mg/L. Kadar COD meningkat pada periode 2002-2005 menjadi 28 mg/L dan cenderung baik pada periode 2006-2011. Di lokasi Jurug dan Kemiri, ditinjau dari parameter COD cenderung naik, sehingga kualitas air menurun, namun pada lokasi Napel dan Babat kualitas air kembali membaik (Gambar 4).



Sumber data : Pusat Litbang Sumber Daya Air, Data Tahunan Kualitas Air 1995- 2010 dan Laporan Pengelolaan Basisdata Kualitas Air dan SI-SDA Bidang Lingkungan Keairan Tahun 2011

**Gambar 2** Kadar Oksigen Terlarut Minimum dan Maksimum S. Bengawan Solo tahun 1995 – 2011



Sumber data : Pusat Litbang Sumber Daya Air, Data Tahunan Kualitas Air 1995- 2010 dan Laporan Pengelolaan Basisdata Kualitas Air dan SI-SDA Bidang Lingkungan Keairan Tahun 2011

**Gambar 3** Kadar BOD Minimum, Maksimum dan Rata-rata S. Bengawan Solo Periode Tahun 1995 – 2011

**Tabel 5** Perubahan Kualitas Air S. Bengawan Solo Tahun 1995 – 2011 ditinjau dari Parameter BOD dan COD

Tahun	1995			2002 - 2005			2006 - 2011					
Lokasi	Kadar BOD (mg/L)						Kadar COD (mg/L)					
Grogol	2.0	3.8	2.6	12	2.4	4.9	3.2	8.0	5.8	28	6.2	14
Jrug	0.7	12	3.6	15	3.8	7.6	2.3	14	8.8	30	9.5	21
Kemiri	1.8	4.8	5.4	18	3.2	15	3.0	6.1	9.2	45	9.5	42
Napel	-	-	3.4	4.0	1.1	5.8	-	-	9.6	10	5.0	23
Babat	3.0	16	4.6	5.3	1.8	8.4	6.0	25.0	12	13	8.4	23



Salah satu upaya untuk melindungi S. Bengawan Solo sebagai sumber air baku dan mencegah terjadinya peningkatan pencemaran, Perum Jasa Tirta I mempunyai program secara rutin untuk melakukan pemantauan kualitas air. Pemantauan dilakukan pada 10 lokasi di Bengawan Solo dari hulu ke hilir pada tahun 2011 dengan frekuensi yang cukup ketat yaitu periode bulanan dengan parameter terbatas. Evaluasi terhadap kualitas air mengacu pada Peraturan Pemerintah no. 82 Tahun 2001, Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 20 Tahun 2003 serta Perda Provinsi Jawa Timur No. 2 Tahun 2008 sebagai Kelas II dan parameter yang ditinjau terbatas pada parameter DO, BOD dan COD. Dari hasil pemantauan tersebut hanya 3 lokasi parameter DO tidak memenuhi syarat yaitu Jembatan Jurug, Jembatan Kemiri dan Jembatan Tangen. Demikian juga dengan parameter COD (Jembatan Tangen, Tamb. Napel dan Jembatan Padangan). Namun tidak demikian halnya dengan parameter BOD, dimana hampir 100% untuk lokasi pemantauan di

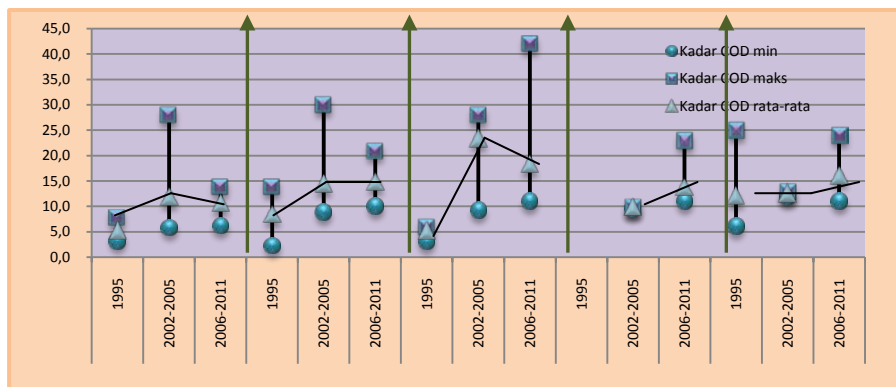
Bengawan Solo tidak memenuhi karena sangat ketatnya persyaratan untuk parameter tersebut.

**2 Sumber dan beban pencemaran**

DAS Bengawan Solo meliputi 2 wilayah administratif meliputi 26,1 % wilayah Provinsi Jawa Tengah dan 27,5% wilayah Provinsi Jawa Timur (Gambar 5).

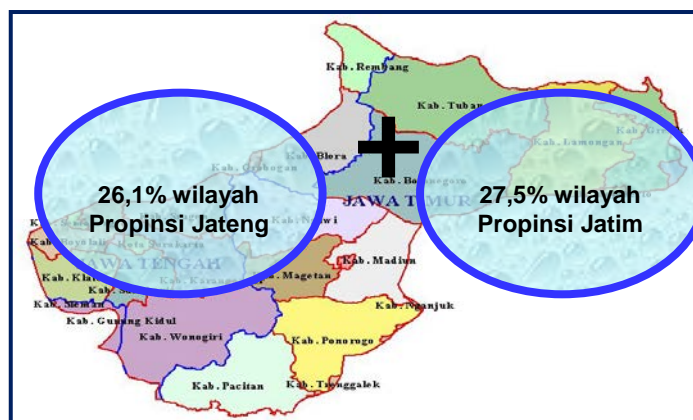
**Limbah Domestik**

Potensi emisi pencemaran limbah penduduk dihitung dari jumlah penduduk yang bermukim pada DAS Bengawan Solo di propinsi Jawa Tengah yang meliputi 10 kabupaten/kota diantaranya Boyolali, Klaten, Wonogiri, Sukoharjo, Kota Surakarta, Karang Anyar, Sragen, Grobogan, Blora dan Rembang. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik di daerah studi, jumlah penduduk pada daerah studi yang meliputi 10 kabupaten/kota sebanyak 9.457.890 jiwa yang mendiami wilayah seluas 1.052.959 Ha.



Sumber data : Pusat Litbang Sumber Daya Air, Data Tahunan Kualitas Air 1995- 2010 dan Laporan Pengelolaan Basisdata Kualitas Air dan SI-SDA Bidang Lingkungan Keairan Tahun 2011

**Gambar 4** Kadar COD Minimum, Maksimum dan Rata-rata S. Bengawan Solo Periode Tahun 1995 – 2011



Sumber : Profil BBWS Bengawan Solo

**Gambar 5** Wilayah Administratif DAS Bengawan Solo



Berdasarkan hasil penelitian karakteristik beban air limbah penduduk (Eko, 1994). Kadar BOD untuk Pedesaan = 35 gr BOD/jiwa/hari, Perkotaan = 46 gr BOD/jiwa/hari dan data Sosial Ekonomi Masyarakat Jawa Tengah, diketahui bahwa sistem pembuangan limbah penduduk pada daerah studi meliputi septik tank, jamban keluarga dan langsung ke sungai. Berdasarkan asumsi-asumsi diatas, potensi emisi pencemaran limbah penduduk pada tahun 2009 adalah sebesar 405,3 ton BOD/hari.

Sedangkan untuk provinsi Jawa Timur meliputi 11 kabupaten dan 1 kota yaitu Kabupaten Pacitan, Ponorogo, Magetan, Ngawi, Madiun/Kota Madiun, Nganjuk, Jombang, Bojonegoro, Tuban, Lamongan dan Gresik. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik di daerah studi, jumlah penduduk pada daerah studi yang meliputi 11 kabupaten dan 1 kota sebanyak 11.462.750 jiwa yang mendiami wilayah seluas 3.962.534 Ha. Berdasarkan data Sosial Ekonomi Masyarakat Jawa Timur, sistem pembuangan limbah penduduk pada daerah studi meliputi septik tank, jamban keluarga dan lainnya. Berdasarkan asumsi-asumsi diatas, potensi emisi pencemaran limbah penduduk pada tahun 2009 adalah sebesar 528 ton BOD/hari. Dengan menggunakan piranti lunak ArcGIS, sebaran emisi pencemaran domestik pada setiap ruas di S. Bengawan Solo berupa data spasial dapat dilihat pada Gambar 6.

### **Limbah Industri**

Potensi emisi pencemaran limbah industri dihitung dari debit air limbah, kadar zat organik kebutuhan oksigen biologi (BOD) dan baku mutu limbah cair berdasarkan KEP.51/MENLH/10/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri yang berlokasi pada DAS Bengawan Solo di propinsi Jawa Tengah yang meliputi 10 kabupaten/kota diantaranya Boyolali, Klaten, Wonogiri, Sukoharjo, Kota Surakarta, Karang Anyar, Sragen, Grobogan, Blora dan Rembang. Berdasarkan debit air limbah dan kadar BOD, potensi emisi pencemaran limbah industri pada tahun 2009 sebesar 358 ton BOD/hari. Di Provinsi Jawa Timur limbah industri berpotensi meliputi 11 kabupaten dan 1 kota yaitu Kabupaten Kabupaten Pacitan, Ponorogo, Magetan, Ngawi, Madiun/Kota Madiun, Nganjuk, Jombang, Bojonegoro, Tuban, Lamongan dan Gresik dengan jumlah industri 16 buah, mayoritas industri terdiri dari farmasi, kulit, MSG, kertas, minuman, dan detergen. Debit limbah yang dihasilkan sebesar 61.308 l/det. Berdasarkan debit air limbah dan kadar BOD, potensi emisi pencemaran limbah industri pada tahun 2009 adalah sebesar 3,06 ton BOD/hari.

### **Limbah Pertanian**

Potensi emisi pencemaran pertanian dihitung dari total pemakaian pupuk yang berada

pada DAS Bengawan Solo di propinsi Jawa Tengah yang meliputi 10 kabupaten/kota diantaranya Boyolali, Klaten, Wonogiri, Sukoharjo, Kota Surakarta, Karang Anyar, Sragen, Grobogan, Blora dan Rembang. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, Dinas Pertanian dan Dinas Pengairan di daerah studi, total luas areal pertanian sawah adalah 177.897 Ha. Menurut data dari Dinas PU Pengairan, diketahui bahwa sistem jaringan irigasi pertanian pada daerah studi meliputi irigasi teknis, irigasi setengah teknis dan irigasi sederhana. Dengan asumsi diatas potensi emisi pencemaran limbah pertanian pada tahun 2009 sebesar 1.864 kg BOD/hari. Limbah pertanian berasal dari hasil sisa pemupukan yang larut dalam air seterusnya menuju sungai. Pemakaian pupuk total untuk pertanian sawah berdasarkan SK. Men. Pertanian tahun 2005 adalah 325,75 kg/Ha terdiri dari Urea = 275 kg/Ha; Super Phosfat = 0,75 kg/Ha; Za = 50 kg/Ha. Untuk wilayah provinsi Jawa Timur meliputi Kabupaten Pacitan, Ponorogo, Magetan, Ngawi, Madiun/Kota Madiun, Nganjuk, Jombang, Bojonegoro, Tuban, Lamongan dan Gresik, total luas areal pertanian sawah adalah 642.843 Ha. Menurut data dari Dinas PU Pengairan, diketahui bahwa sistem jaringan irigasi pertanian pada daerah studi meliputi Irigasi teknis, irigasi setengah teknis dan Irigasi sederhana. Potensi pencemaran limbah pertanian yang masuk ke sungai tergantung dari mekanisme pertaniannya antara lain luas areal sawah, jumlah panen pertahun dan produksi jerami. Diperkirakan sekitar 10 % dari jumlah limbah tersebut terbuang ke perairan dan sisanya terserap dalam tanah. Dalam perhitungan potensi emisi pencemaran dari limbah pertanian, diasumsikan setiap Ha sawah berpotensi menghasilkan emisi sebesar 7,5 kg BOD/Ha/tahun. Dengan asumsi diatas potensi emisi pencemaran limbah pertanian pada tahun 2009 sebesar 3.503 kg BOD/hari (Gambar 7).

Dari perhitungan emisi pencemaran baik domestik, industri maupun pertanian terlihat bahwa cukup besar potensi emisi pencemaran yang masuk ke ruas-ruas di sepanjang S. Bengawan Solo yang mengakibatkan terjadinya perubahan kualitas air dari hulu ke hilir.

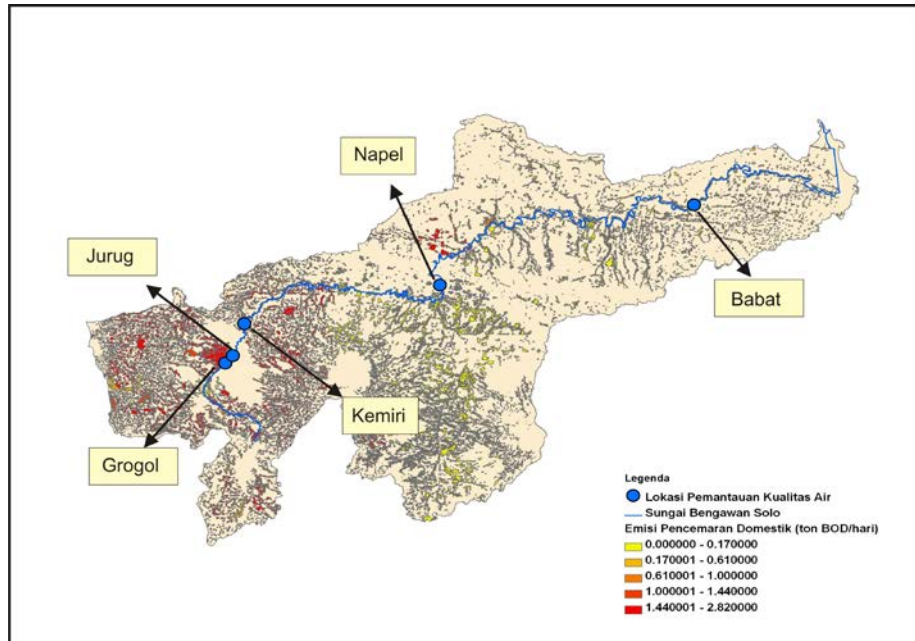
### **Indeks Kimia-Fisika dan Tingkat Pencemaran Air (TPA) S. Bengawan Solo**

Perhitungan indeks kimia-fisika dibagi dalam 3 periode tahunan yaitu tahun 1995, periode 2002 - 2005 dan periode tahun 2006 - 2011. Perolehan nilai indeks kimia-fisika sangat bervariasi baik dari hulu ke hilir maupun nilai pada musim hujan dan musim kemarau. Nilai indeks kimia-fisika dan tingkat pencemaran air S. Bengawan Solo periode tahun 1995 - 2011, dapat dilihat pada Tabel 6.

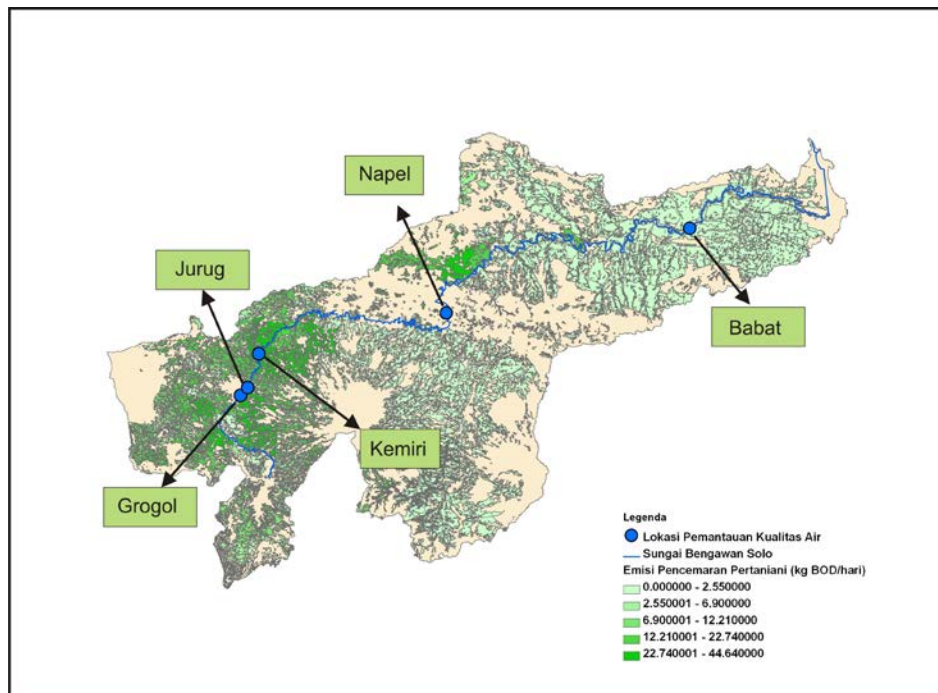
**Periode Tahun 1995**

Pada ruas bagian hulu lokasi pemantauan kualitas air yaitu di Grogol, nilai indeks kimia-fisika saat musim penghujan 82 (TPA 2, tercemar sangat ringan) dan musim kemarau 63 (TPA 3, tercemar ringan). Pada ruas Jurug dengan nilai TPA yang sama dengan lokasi Grogol, tetapi indeks K-F menurun, dengan kata lain terjadi penurunan kualitas air, meskipun tidak terlihat perubahan

yang berarti. Indeks K - F pada ruas ini berkisar adalah 76 pada musim hujan dan 56 pada musim kemarau. Ruas Kemiri dan Babat tercemar ringan (TPA 3) pada musim hujan dan tercemar sedang di lokasi Kemiri (TPA 4) dan tercemar kritis di lokasi Babat (TPA 5) di musim kemarau. Nilai indeks K-F di Kemiri adalah 44 dan di Babat 27. Tingkat pencemaran dari hulu ke hilir periode tahun 1995 dapat dilihat pada Gambar 8.



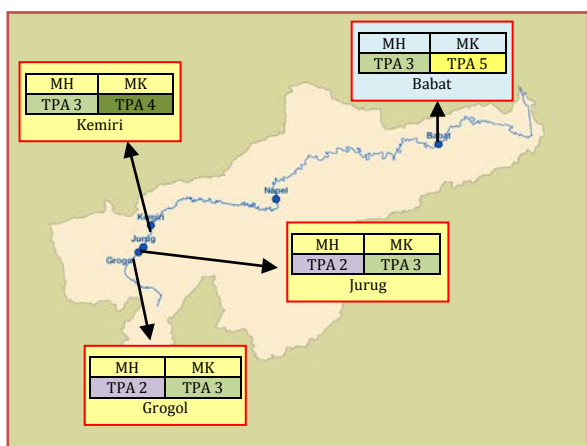
**Gambar 6** Potensi Emisi Pencemaran Domestik pada DAS Bengawan Solo



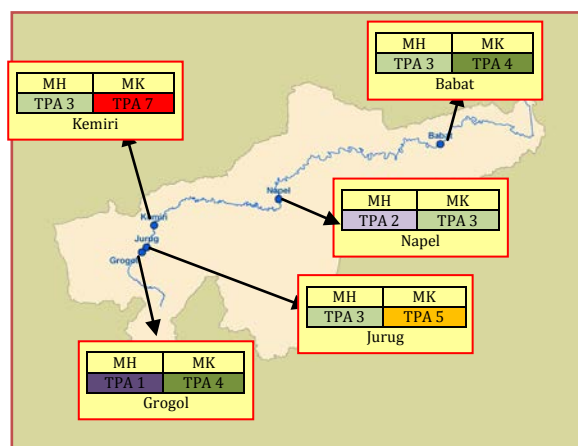
**Gambar 7** Potensi Emisi Pencemaran Pertanian pada DAS Bengawan Solo

**Tabel 6** Nilai Indeks Kimia-Fisika dan Tingkat Pencemaran Air (TPA) S. Bengawan Solo Tahun 1995-2011

Periode Musim	Tahun 1995				Tahun 2002 - 2005				Tahun 2006 - 2011			
	MH	MK	MH	MK	MH	MK	MH	MK	MH	MK	MH	MK
	Indeks K - F		TPA		Indeks K - F		TPA		Indeks K - F		TPA	
Grogol	82	63	2	3	83	44	1	4	74	57	2	3
Jurug	76	56	2	3	72	42	3	5	79	23	2	6
Kemiri	67	44	3	4	67	0	3	7	68	0	3	7
Napel	-	-	-	-	78	64	2	3	82	41	2	5
Babat	60	27	3	5	64	55	3	4	73	45	2	4



**Gambar 8** Indeks Kimia-Fisika dan Tingkat Pencemaran Air (TPA) S. Bengawan Solo Periode Tahun 1995



**Gambar 9** Indeks Kimia-Fisika dan Tingkat Pencemaran Air (TPA) S. Bengawan Solo Periode Tahun 2002-2005

Keterangan :

Klasifikasi Kualitas Air :	2	Tercemar sangat ringan	4	Tercemar sedang	6	Tercemar berat	
1	Belum tercemar	3	Tercemar ringan	5	Tercemar kritis	7	Tercemar sangat berat

MH : Musim Hujan; MK : Musim Kemarau

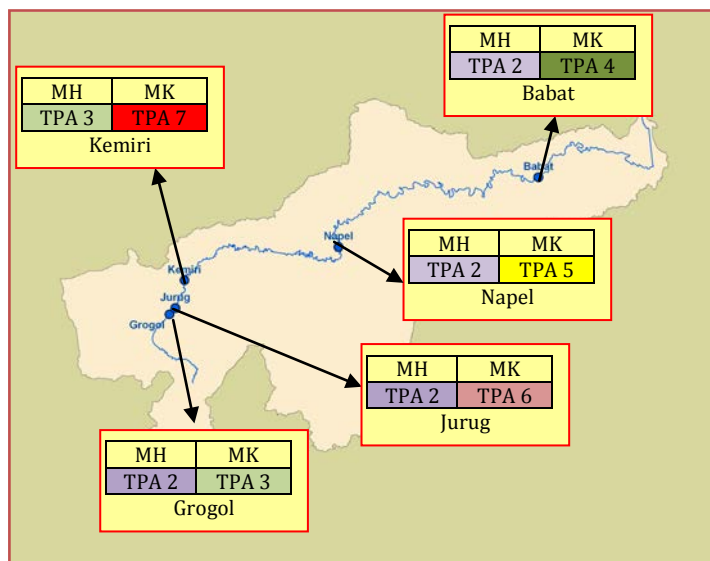
**Periode Tahun 2002 - 2005**

Penilaian indeks K - F dan tingkat pencemaran air berdasarkan hasil pemantauan periode tahun 2002 - 2005, di Grogol indeks K - F pada saat musim hujan 83 (TPA 1, belum tercemar) dan 44 (TPA 4, tercemar sedang) pada musim kemarau. Pada lokasi Jurug terlihat penurunan kualitas air S. Bengawan Solo dengan indeks K - F 72 (TPA 3, tercemar ringan) pada musim hujan dan 42 (TPA 5, tercemar kritis) di musim kemarau. Di lokasi Kemiri, pada musim kemarau indeks K - F bahkan pernah mencapai 0 (TPA 7, tercemar sangat berat). Namun kembali membaik di bagian hilir, di lokasi Napel dan Babat, di musim hujan nilai indeks K - F berkisar antara 73 - 82 ( TPA 2, tercemar sangat ringan), dan TPA 5 (tercemar kritis) di lokasi Napel dan TPA 4 (tercemar sedang) di lokasi Babat (Gambar 9).

**Periode Tahun 2006 - 2011**

Meskipun lokasi pemantauan bagian hulu yaitu di Grogol bukan merupakan ruas yang paling hulu dari S. Bengawan Solo, namun pada ruas ini

indeks kimia-fisikanya masih cukup tinggi, dengan kata lain kondisi kualitas airnya masih relatif bagus. Pada musim hujan indeks K - F adalah 74 (TPA 2, tercemar sangat ringan) dan pada musim kemarau nilainya 57 (TPA 3, tercemar ringan). Di lokasi Jurug indeks kimia-fisika pada musim hujan 79 (TPA 2), namun terjadi penurunan kualitas air pada musim kemarau dimana nilai indeks kimia-fisikanya 23 (TPA 6). Di lokasi Kemiri, terjadinya penurunan kualitas air semakin terlihat dengan nilai indeks kimia-fisika pada musim kemarau bisa mencapai nol (TPA 7), namun pada saat kondisi musim penghujan nilai indeks kimia-fisikanya adalah 68 (TPA 3). Di bagian hilir, pada lokasi Napel dan Babat, tidak terlihat perbedaan yang cukup berarti. Nilai indeks kimia-fisika pada lokasi Napel 41 di musim kemarau (TPA 5) dan 78 di musim penghujan (TPA 2). Pada lokasi yang paling hilir di Babat, indeks kimia-fisika 45 pada musim kemarau (TPA 4) dan 73 pada musim penghujan (TPA 2). Tingkat pencemaran air periode 2006 - 2011 dapat dilihat pada Gambar 10.



Keterangan :

Klasifikasi Kualitas Air :	2	Tercemar sangat ringan	4	Tercemar sedang	6	Tercemar berat	
1	Belum tercemar	3	Tercemar ringan	5	Tercemar kritis	7	Tercemar sangat berat

MH : Musim hujan

MK : Musim Kemarau

**Gambar 10** Indeks Kimia-Fisika dan Tingkat Pencemaran Air (TPA) S. Bengawan Solo Periode Tahun 2006-2011

Tingkat pencemaran air S. Bengawan Solo dari hulu ke hilir pada periode tahun 1995 adalah tercemar ringan sampai tercemar kritis. Periode 2002 – 2005, tercemar ringan – tercemar sangat berat, dan hampir sama dengan kondisi periode tahun 2006 – 2011, tetapi penurunan kualitas air semakin terlihat dengan naiknya nilai TPA ke ruas bagian hulu pada saat musim kemarau.

Terjadinya penurunan kualitas air sungai Bengawan Solo dipengaruhi oleh masuknya limbah yang berasal dari berbagai aktifitas di sepanjang sungai dari hulu sampai ke hilir. Pada periode 2002 – 2011, ruas yang paling tinggi tingkat pencemaran airnya adalah pada lokasi Kemiri. Saat musim kemarau, indeks kimia-fisika pada lokasi ini mencapai nol (TPA 7, tercemar sangat berat). Hal ini disebabkan oleh masuknya emisi pencemaran pada ruas ini yang diasumsikan sebesar 200 ton BOD/hari dari limbah domestik (49 % dari total emisi pencemaran domestik pada DAS Bengawan Solo di wilayah Jawa Tengah) dan 896 kg/hari dari limbah pertanian (48% dari total emisi pencemaran pertanian pada DAS Bengawan Solo di wilayah Jawa Tengah). Asumsi emisi pencemaran yang masuk ke ruas ini diperoleh dengan menggunakan data spasial dari sumber-sumber pencemar di DAS Bengawan Solo dengan menggunakan piranti lunak ArcGIS (Gambar 6 dan 7).

Dari penilaian indeks kimia-fisika dan tingkat pencemaran air S. Bengawan Solo terlihat bahwa kualitas air S. Bengawan Solo dari selain mengalami penurunan kualitas dari hulu ke hilir dari tahun ke tahun pun terjadi penurunan kualitas

air. Hal tersebut dapat disimpulkan karena kualitas air pada ruas-ruas yang tadinya masih baik pada periode tahun 1995, semakin menurun kelas kualitas airnya seiring dengan perjalanan waktu. Penilaian indeks kimia-fisika akan lebih akurat, bila semakin banyak data yang digunakan terutama data hasil pemantauan kualitas air pada saat musim kemarau.

### KESIMPULAN

Dari hasil penilaian indeks kimia-fisika (indeks K-F) dan tingkat pencemaran air (TPA) S. Bengawan Solo selama periode tahun 1995 sampai dengan tahun 2011 dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

Secara umum karakteristik kualitas air S. Bengawan Solo bagian hulu pada periode 1995 sampai dengan tahun 2011 relatif baik, meskipun ada indikasi penurunan dari tahun ke tahun, namun kadar oksigen terlarut yang merupakan indikator tingkat kesegaran air dari hulu ke hilir masih diatas 3 mg/L. Bila dilihat kondisi kualitas air dari periode 1995 sampai dengan 2011, ruas-ruas yang mengalami penurunan kualitas air semakin bergerak ke arah hulu.

Terjadinya penurunan kualitas air diperkirakan sebagai dampak dari berbagai aktifitas kegiatan yang dilakukan di sepanjang S. Bengawan Solo. Diasumsikan potensi emisi sumber pencemaran domestik yang masuk ke ruas-ruas di sepanjang S. Bengawan Solo adalah sebesar 405,3 ton BOD/hari di wilayah Provinsi Jawa Tengah dan 528 ton BOD/hari di wilayah Provinsi Jawa Timur,

emisi pencemaran industri 358 ton BOD/hari di wilayah Jawa Tengah dan 3,06 ton BOD/hari di wilayah Jawa Timur. Sedangkan asumsi potensi emisi pencemaran pertanian adalah sebesar 1.864 kg BOD/hari di wilayah Jawa Tengah dan 3.503 kg BOD/hari di wilayah Jawa Timur.

Pada musim kemarau, tingkat pencemaran air S. Bengawan Solo dari hulu ke hilir pada periode tahun 1995 adalah tercemar ringan sampai tercemar kritis. Periode 2002 - 2005, tercemar ringan sampai tercemar sangat berat, dan hampir sama dengan kondisi periode tahun 2006 - 2011, tetapi penurunan kualitas air semakin terlihat dengan naiknya nilai TPA ke ruas bagian hulu, pada saat musim kemarau.

Penilaian indeks kimia-fisika merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk penilaian tingkat pencemaran kualitas air secara cepat dan sangat bermanfaat untuk pengelolaan kualitas air, dimana ruas yang masih relatif baik perlu dilakukan upaya konservasi sehingga kualitas airnya terjaga.

Perlu dilakukan sinkronisasi parameter pemantauan kualitas air yang dilaksanakan oleh berbagai instansi, paling tidak meliputi parameter kunci, agar dapat dilakukan evaluasi tingkat pencemaran air dengan menggunakan berbagai macam metode, termasuk mengevaluasi kesesuaian kualitas air terhadap bakumutu dan peruntukannya.

Upaya peningkatan mutu kualitas air dapat dilakukan secara bertahap dimana ruas yang mengalami penurunan kualitas air tidak terlalu berat dapat diprioritaskan untuk menambah kapasitas sumber air baku yang semakin hari semakin terbatas ketersediaannya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak, terutama kepada Personil Laboratorium Balai Lingkungan Keairan dan Bapak/Ibu dan rekan peneliti Bidang Teknik Lingkungan Sumber Daya Air atas terselenggaranya kegiatan penelitian ini.

Kepada Ibu Prof (R) Ir. Nana Terangna, Dipl. EST, Bapak Dr. (Eng) Ir. Priana Sudjono, MS dan Bapak Drs. Tontowi, M. Sc, kami ucapkan terimakasih atas koreksi dan masukannya sampai terwujudnya tulisan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- AWWA. 2005. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21<sup>th</sup> Edition. ISBN : 0875530478. Wahington DC.
- Armaita Sutriati. 2011. *Penilaian Kualitas Air Sungai dan Potensi Pemanfaatannya (Studi Kasus : S. Cimanuk)*. Jurnal Sumber Daya Air. Vol. 7 no. 1, Mei 2011 hal 61-76, ISSN 1907-0276, Bandung.
- Balai Riset Perikanan Perairan Umum. 2010. *Laporan Pencemaran di Bengawan Solo antara daerah Solo, Karanganyar dan Sragen, Jawa Tengah*. Palembang.
- Bach, E. 1980. Ein Chemische Index zur Überwachung der Wasserqualität von Fließgewässern-Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen, Heft 4/5. 1980.
- Bach, E. 1986. Der Chemische Index (CI), Munchener Beitrage zur Abwasser-Fischerei- und Fließbiologie, Band 40. 1986.
- Bappeda Provinsi Jatim. 2011. *Indeks Pencemar DAS Bengawan Solo*. Laporan Pengendalian dan Perubahan Lingkungan. Surabaya.
- BBWS Solo. 2009. *Profil Balai Besar Bengawan Solo*, <http://bbwssolo.pdsda.net/> (diakses 15 Januari 2011).
- Jasa Tirta 1. 2011 *Pemantauan Kualitas Air*. <http://www.jasatirta1.co.id>
- Eko W. Irianto dan Anong Sudarna. 1994. *Karakteristik Beban Pencemaran Limbah Penduduk*. Buletin Pengairan. No. 21. Th 1994, ISSN 0216-9568. Puslitbang Pengairan. Bandung.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2003. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air*. Jakarta.
- Nana Terangna. 1998. *Pengkajian Peruntukan dan Baku Mutu Sumber Air di Indonesia*. ISBN 0854 - 4778. Bandung.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2001. *Peraturan Pemerintah Nomor : 82 Tahun 2001 (PP 82/2001) Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*, Jakarta.
- Pusat Litbang Sumber Daya Air. 1995-2010. *Data Tahunan Kualitas Air, tahun 1995-2010*, Bandung.
- Pusat Litbang Sumber Daya Air. 2011. *Laporan Akhir Pengelolaan Basisdata dan SI-SDA Bidang Lingkungan Keairan*. Bandung.

- Samsul dan Bambang. 2007. *Prediksi tingkat pencemaran sungai dengan menggunakan indeks kimia-fisika dan matrik bentik makroinvertebrata*. Jurnal Sumber Daya Air. Vol. 3 no. 4, Mei 2007. ISSN 1907-0276, Bandung.
- Tontowi. 1998. *Penggunaan indeks kimia-fisika untuk menilai kualitas air S. Citarum*, Prosiding Seminar Nasional II, Kimia dalam Industri dan Lingkungan. Yogyakarta, ISSN : 0854-4778.
- Tri Suryono dkk. 2009. *Klasifikasi Tingkat Pencemaran DAS Ciliwung Berdasarkan Indeks Kimia Kirchoff*, Jurnal Oceanologi dan Limnologi di Indonesia. 2009. ISSN 0125 - 9830, Jakarta.
- WALHI. 2009. *Air, pangan - privatisasi air*. [www.walhi.or.id/web2010/in/kampanye/ai-dan-pangan/43-privatisasi-air/90-pelayanan-air-minum-jakarta-dan-pencemaran-air](http://www.walhi.or.id/web2010/in/kampanye/ai-dan-pangan/43-privatisasi-air/90-pelayanan-air-minum-jakarta-dan-pencemaran-air) (diakses 15 Desember 2011)