ISSN. 1412-3703

Buletin.....
PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

(Research and Development Bulletin)

Indonesia Australia Eastern Universities Project Alumni Forum

FORUM ALUMNI IAEUP UNDANA

Diterbitkan oleh :
Forum Alumni Indonesia Australia Eastern Universities Project (IAEUP)
UNIVERSITAS NUSA CENDANA
KUPANG

BULITBANG FORUM ALUMNI | VOL.11 | NO.2a | HLM. 1 - 93 | KUPANG JULI 2010 | ISSN 1412-3703

FORUM ALUMNI UNDANA KUPANG

PROFIL PENCEMARAN AIR KALI SURABAYA DAN STRATEGI PENGENDALIANNYA

Suwari*, Etty Riani, Bambang Pramudya**, Ita Djuwita****
**Magasiswa Doktoral Program Studi PSL, Institut Pertanian Bogor*
***Dosen Pascasarjana Institut Pertanian Bogor*

ABSTRAK

Keberadaan kali Surabaya sangat penting bagi keberlangsungan perekonomian dan kelangsungan hidup bagi masyarakat, industri, dan niaga di sekitar bantaran kali serta sumber air baku PDAM Kota Surabaya. Peningkatan pembuangan limbah domestik dan industri di sepanjang Kali Surabaya telah menimbulkan pencemaran berat. Jika pencemaran terus berlangsung maka daya dukung Kali Surabaya tidak akan mampu mengimbangi beban pencemar yang terus mengalami peningkatan sepanjang tahun. Karenanya, upaya pengendalian pencemaran air Kali Surabaya perlu dilakukan secara baik. Salah satu cara menjaga kualitas air sungai dari pencemaran adalah dengan melakukan monitoring secara kontinu atas konsentrasi pencemar. Informasi mengenai kondisi parameter fisik kimia Kali Surabaya sangat diperlukan. Hasil analisis mengungkapkan, bahwa Kali Surabaya telah tercemar oleh limbah organik dan anorganik yang berasal dari limbah industri dan domestik. Nilai TSS, DO, BOD, COD, N-NO_2, dan P-PO_4 melampaui baku mutu air kelas 1. Strategi pengendalian pencemaran yang diperlukan adalah (1) reduksi beban pencemaran, (2) pengetatat perijinan pembuangan limbah, (3) peningkatan daya tampung sungai, (4) peningkatan partisipasi masyarakat, (5) memotivasi industri menanamkan modal pada usaha pengendalian, dan (6) penegakan hukum lingkungan.

Kata Kunci: *Kali Surabaya, pencemaran air, strategi pengendalian, beban pencemaran*

1. PENDAHULUAN

Kali Surabaya memegang peranan vital bagi kehidupan warga Surabaya, karena air Kali Surabaya digunakan sebagai pemasok air baku untuk air minum PDAM Surabaya. Namun, seiring arus pergerakan modernisasi yang cenderung tidak diiringi dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan konservasi lingkungan hidup, menjadikan Kali Surabaya tak bisa lepas dari masalah pencemaran selama 10 tahun terakhir (Razif & Masduqi, 2008).

Menurunnya kualitas air Kali Surabaya terutama disebabkan oleh peningkatan beban pencemaran akibat limbah industri dan limbah domestik (Maulidya & Karnaningroem, 2010). Keberadaan industri dan permukiman di sepanjang Kali Surabaya serta masukan beberapa anak sungai dan saluran pembuangan, berdampak pada banyaknya sampah dan limbah yang masuk ke sungai. Indikasi pencemaran Kali Surabaya oleh limbah industri dan limbah domestik terlihat dari acuan hasil berbagai studi sejak tahun 1985 sampai sekarang.

Hasil pantauan Perum Jasa Tirta I (2009) periode Juli-September 2009 di lokasi intake PDAM Karang Pilang, nilai DO minimum dan maksimum berturut-turut adalah 3.10 dan 3.80 mg/l, BOD 2.56 dan 10.37 mg/l, dan untuk parameter COD masing-masing adalah 8.93 dan 39.26 mg/l. Hasil evaluasi berdasarkan kriteria mutu air (KMA) kelas 1, mengindikasikan terjadinya pencemaran berat di Kali Surabaya. Kondisi ini jika tidak segera diambil tindakan pengendalian akan menimbulkan dampak ekologis, ekonomis, dan sosial.

Salah satu upaya pengendalian pencemaran air dan pengawasan mutu air adalah pemantauan dan evaluasi perubahan mutu air

pada sumber-sumber air. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menetapkan kualitas parameter fisik-kimia pencemar air melalui monitoring atas konsentrasi pencemar. Profil pencemaran Kali Surabaya digunakan untuk mengetahui kuantitas bahan pencemar dan memberikan gambaran tentang kondisi kualitas air Kali Surabaya untuk tiap parameter sesuai KMA, sehingga dapat menjadi salah satu dasar pertimbangan bagi pengelola Kali Surabaya dalam menciptakan lingkungan sumber air yang bersih dan berkualitas. Di samping itu, upaya pemulihan kualitas air Kali Surabaya perlu ditunjang dengan upaya penegakan hukum serta komitmen semua pihak untuk melaksanakan upaya pengendalian pencemaran air secara nyata dan konsisten. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil pencemaran air Kali Surabaya berdasarkan parameter fisik-kimia dan menentukan strategi pengendaliannya.

2. MATERI DAN METODE

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi: seperangkat peralatan gelas dan alat titrasi untuk analisis kimia air, *van dorn water sampler*, *coolbox*, termometer, pHmeter, spektrofotometer UV-Vis.

Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah: NaOH, H_2SO_4, Na_2SO_3, NH_4Cl, larutan penyangga borat, H_3BO_3, larutan natrium fenolat, larutan NaClO, $K_2Cr_2O_7$, $HgSO_4$, Ag_2SO_4, indikator feroin, fero amonium sulfat $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$, asam sulfamat, $MnCl_2$, KI, larutan standar $Na_2S_2O_3$, pereaksi Nessler, brusin, larutan NaCl, $NaNO_3$, $NaNO_2$, akuades, larutan sulfanilamid, larutan N-(1-naftil)-etilendiamin dihidroklorida, amonium molibdat, $SnCl_2$, larutan standar fosfat, indikator fenolptalein.

Penentuan Parameter Fisik dan Kimia

Pengukuran pH dan DO dilakukan secara *in situ*, sedangkan pemeriksaan BOD, COD, N-NH_3, N-NO_3, N-NO_2, dan P-PO_4 dilaksanakan di laboratorium. Metode dan peralatan yang digunakan untuk analisis laboratorium terhadap sampel air Kali Surabaya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter kualitas air dan metode analisis serta alat yang digunakan

Parameter	Satuan	Metode Analisis	Peralatan
I. Fisika			
1. Suhu	-	Pemuaian	Termometer
2. TSS	mg/L	Gravimetri	Neraca Analitik
II. Kimia			
1. pH	-	Potensiometri	pHmeter
2. DO	mg/L	Titrasi Winkler	Peralatan titrasi
3. COD	mg/L	Titrimetri	Peralatan titrasi
4. BOD	mg/L	Titrimetri	Peralatan titrasi
5. N-NH_3	mg/L	Spektrofotometri	Spektrofotometer
6. N-Nitrat	mg/L	Spektrofotometri	Spektrofotometer
7. N-Nitrit	mg/L	Spektrofotometri	Spektrofotometer
8. Fosfat	mg/L	Spektrofotometri	Spektrofotometer

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Kali Surabaya

Kali Surabaya memiliki panjang sekitar 41 km mulai dari Dam Mlirip hingga Dam Jagir/Ngagel. Lebar sungai bervariasi 60 hingga 100 meter. Debit air Kali Surabaya bervariasi sepanjang tahun (berkisar 20 hingga 100 m^3/detik), sementara berdasarkan data Perum Jasa Tirta, diketahui Debit di Dam Mlirip bervariasi 7 hingga 70 m^3/detik (Masduki & Apriliani 2008).

Kali Surabaya mempunyai beberapa anak sungai utama, yaitu Kali Kedungsumur, Kali Marmoyo, Kali Banjaran, Kali Tengah, dan Kali Kedurus. Anak sungai tersebut merupakan penyumpang pencemaran yang besar yang berasal dari limbah industri, limbah domestik, dan limbah pertanian.

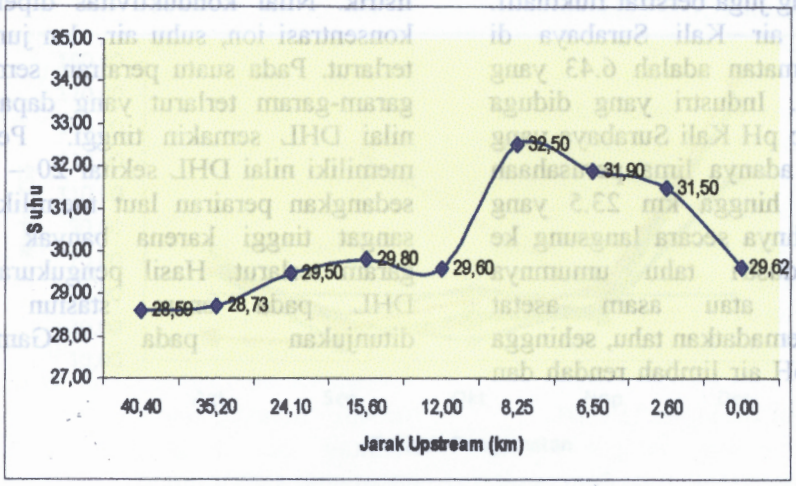
Kali Surabaya mempunyai *catchment area* yang luas, termasuk *catchment area* anak

sungainya. Kali Kedungsumur mempunyai *catchment area* sekitar 99 km^2, alirannya berasal dari Watudakon yang melintasi Kali Brantas melalui *siphon* dan masuk ke Kali Surabaya sekitar 1,5 km setelah Dam Mlirip. Kali Banjaran mengalirkan air dari kawasan perkampungan di daerah Krikilan. Aliran Kali Banjaran ini memasuki Kali Surabaya sekitar 20,5 km setelah Dam Mlirip. Aliran Kali Tengah masuk ke Kali Surabaya sekitar 30 km setelah Dam Mlirip. Kali Tengah merupakan saluran air limbah yang berasal dari beberapa industri di sepanjang Kali Tengah. Aliran air Kali Kedurus masuk ke Kali Surabaya sekitar 39 km setelah Dam Mlirip atau sekitar 170 m setelah Dam Gunungsari. Kali Kedurus merupakan saluran air limbah yang berasal dari rumah tangga di sekitar Kali Kedurus. *catchment area* Kali Kedurus sekitar 71 km^2.

Profil Pencemaran Kali Surabaya

1) Suhu Air

Suhu air berkaitan erat dengan kualitas suatu perairan. Semakin tinggi suhu perairan semakin menurun kualitasnya karena kandungan oksigen terlarut akan menurun sehingga banyak mikroorganisme perairan yang mati. Tinggi rendahnya suhu air dipengaruhi oleh suhu udara, kedalaman air, tutupan vegetasi di sempadan sungai dan kekeruhan air. Suhu perairan juga dapat berpengaruh terhadap kecepatan reaksi-reaksi kimia yang berlangsung dalam air. Pada umumnya, semakin tinggi suhu akan semakin cepat proses berlangsungnya reaksi kimia. Suhu perairan yang tinggi akan meningkatkan kelarutan senyawa-senyawa kimia dan mempengaruhi dampak polutan pada kehidupan akuatik. Hasil pengukuran suhu air Kali Surabaya diperlihatkan pada Gambar 1.

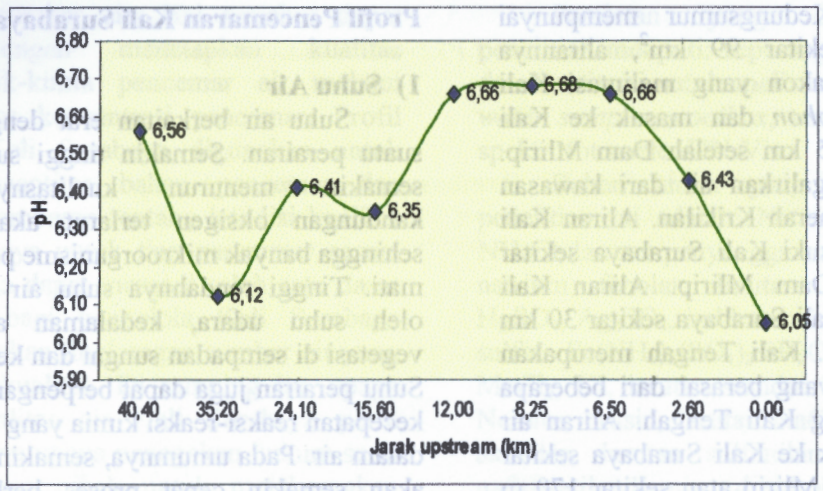


Gambar 1. Profil suhu berdasarkan jarak *upstream* (km)

Nilai suhu air Kali Surabaya berfluktuasi dari zona hulu, zona tengah, dan zona hilir. Perbedaan suhu pada setiap titik pengamatan dipengaruhi oleh suhu udara, perbedaan intensitas cahaya matahari pada saat pengukuran, kondisi iklim, dan cuaca pada saat pengukuran. Secara umum suhu perairan Kali Surabaya memenuhi Kriteria Mutu Air (KMA) kelas 1 dan dapat digunakan sebagai sumber air baku air minum.

2) Derajat Keasaman (*pH*)

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu parameter penting dalam pemantauan kualitas air dan penentuan nilai daya guna perairan baik untuk keperluan rumah tangga, irigasi, kehidupan organisme perairan dan kepentingan lainnya. Nilai pH menunjukkan tingkat keasaman atau kekuatan asam dan basa dalam air. Besarnya pH air mempengaruhi kelarutan dan bentuk senyawa kimia dalam badan air. Perubahan pH dalam perairan akan mempengaruhi perubahan dan aktivitas biologis. Pertumbuhan organisme perairan dapat berlangsung dengan baik pada kisaran pH 6.5 – 8.5. Kategori pH dikatakan buruk jika hasil uji laboratorium mendekati nilai ≤ 6 (bersifat asam) atau mendekati nilai ≥ 9 (bersifat basa). Derajat keasaman yang dianjurkan menurut baku mutu air minum kelas 1 adalah pada kisaran 6 – 9. Data hasil pengukuran pH perairan Kali Surabaya (Profil pH) ditunjukkan pada Gambar 2.

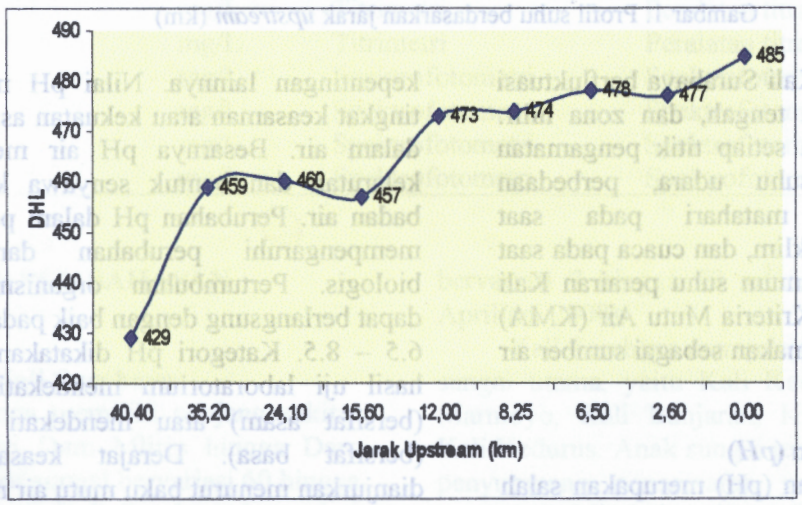


Gambar 2. Profil kualitas air (pH) Kali Surabaya berdasarkan jarak *upstream*

Nilai pH air Kali Surabaya berfluktuasi dari zona hulu, zona tengah dan hilir, yang disebabkan perbedaan waktu dilakukannya pengambilan contoh dan pengaruh masukkan pencemar industri yang juga bersifat fluktuatif. Rata-rata nilai pH air Kali Surabaya di sembilan titik pengamatan adalah 6.43 yang berarti sedikit asam. Industri yang diduga berkontribusi terhadap pH Kali Surabaya yang sedikit asam adalah adanya lima perusahaan tahu pada km 2.70 hingga km 23.5 yang membuang air limbahnya secara langsung ke Kali Surabaya. Industri tahu umumnya menggunakan cuka atau asam asetat (CH_3COOH) untuk memadatkan tahu, sehingga menyebabkan kadar pH air limbah rendah dan bersifat asam.

3) Konduktivitas

Konduktivitas menunjukkan kemampuan air untuk menghantarkan aliran listrik. Nilai konduktivitas dipengaruhi oleh konsentrasi ion, suhu air, dan jumlah padatan terlarut. Pada suatu perairan, semakin banyak garam-garam terlarut yang dapat terionisasi, nilai DHL semakin tinggi. Perairan alami memiliki nilai DHL sekitar 20 – 1500 µS/cm, sedangkan perairan laut memiliki nilai DHL sangat tinggi karena banyak mengandung garam terlarut. Hasil pengukuran parameter DHL pada enam stasiun pengamatan ditunjukan pada Gambar 3.



Gambar 3. Profil kualitas air Kali Surabaya (parameter DHL) berdasarkan jarak *upstream*

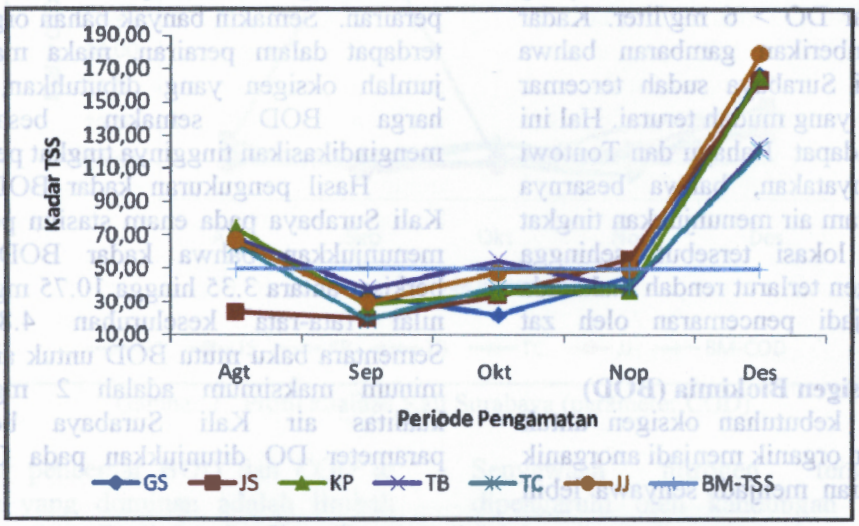
Adanya kecenderungan kenaikan nilai konduktivitas pada zona hulu ke hilir diduga akibat kenaikan garam-garam terlarut (seperti garam natrium, magnesium, klorida, dan sulfat) dan padatan terlarut yang berasal dari buangan penduduk, limbah industri, limpasan daerah pertanian, dan masuknya bahan aerosol ke dalam air (Saeni, 1989).

4) Total Padatan Tersuspensi (*TSS*)

Padatan tersuspensi (*suspended solid*) adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri atas partikel-partikel tersuspensi (diameter >1 μm) yang tertahan pada saringan *millipore* dengan diameter pori 0.45 μm. TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik terutama yang disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi yang terbawa ke dalam badan air.

Hasil pengukuran total padatan tersuspensi di perairan Kali Surabaya rata-rata berkisar antara 56.67 – 74.67 mg/l, dengan nilai rata-rata keseluruhan adalah 65.01 mg/l. Hasil pengukuran total padatan tersuspensi Kali Surabaya ditunjukkan pada Gambar 4.

Jika dibandingkan dengan KMA kelas 1 yang mensyaratkan konsentrasi TSS maksimum 50 mg/l, maka secara umum Kali Surabaya sudah melampaui baku mutu yang dipersyaratkan. Tingginya kadar TSS di Kali Surabaya disebabkan oleh banyaknya partikel-partikel tersuspensi yang terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik terutama yang disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi yang terbawa ke dalam badan air atau akibat pengendapan dan pembusukan bahan organik yang bersumber dari limbah pemukiman dan industri.



Gambar 4. Profil kualitas air Kali Surabaya (parameter TSS)

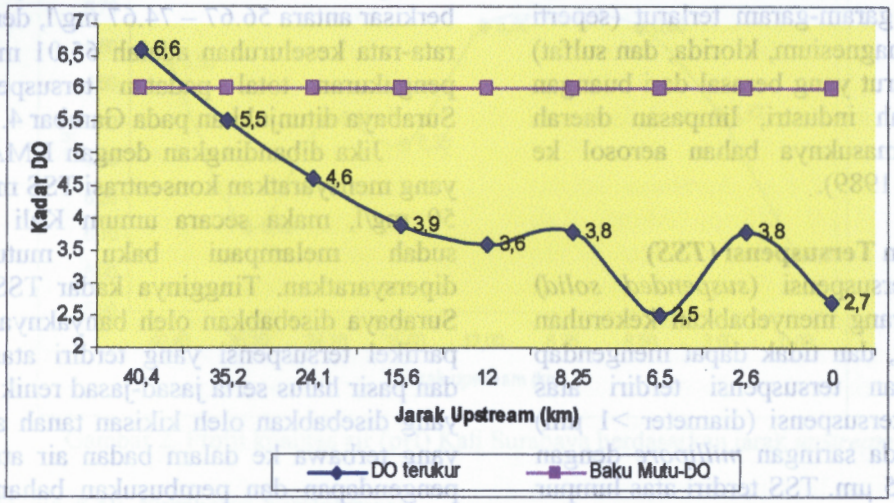
5) Kandungan Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut merupakan parameter kualitas air kunci yang menggambarkan kondisi kesegaran air. Oksigen terlarut merupakan kebutuhan vital bagi kelangsungan hidup organisme suatu perairan dan dapat menjadi faktor pembatas dalam penentuan kehadiran makhluk hidup dalam air. Perairan yang tercemar bahan organik akan mengalami penurunan kandungan oksigen terlarut karena oksigen yang tersedia dalam air akan digunakan mikroorganisme untuk menguraikan bahan pencemar organik.

Hasil pengukuran kadar oksigen terlarut (DO) di sembilan stasiun pengamatan menunjukkan, bahwa kandungan oksigen terlarut di zona hulu lebih tinggi dibandingkan zona tengah dan hilir. Data kualitas air Kali Surabaya berdasarkan parameter DO ditunjukkan pada Gambar 5.

Gambar 5 menunjukkan, bahwa kandungan DO mulai Dam Jagir (km 0) hingga Jembatan Canggu (km 40.40) berfluktuasi. Fluktuasi tersebut diduga akibat proses pencampuran (*mixing*) dan pergerakan massa air (*turbulence*), aktifitas fotosintesis, respirasi dan pengaruh limbah (*effluent*) yang masuk ke dalam badan air. Di Zona paling hulu (Canggu) kadar DO masih memenuhi KMA kelas 1, tetapi kemudian mengalami penurunan cukup drastis

dari 5.50 mg/l di Perning menjadi 2.50 mg/l di Gunungsari dan 2.70 mg/l di Ngagel/Jagir.



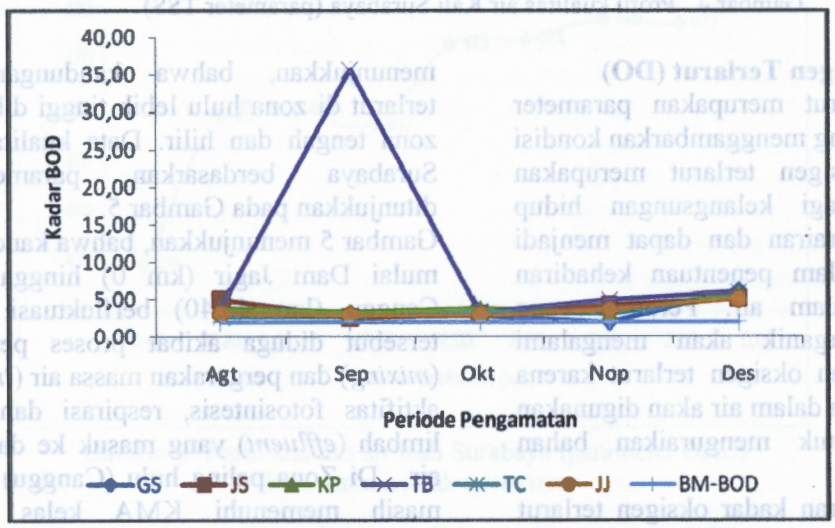
Gambar 5. Profil kualitas air Kali Surabaya (parameter DO) berdasarkan jarak *upstream*.

Secara umum, kadar oksigen terlarut Kali Surabaya tidak memenuhi KMA kelas 1 yang mensyaratkan kadar DO > 6 mg/liter. Kadar DO tersebut memberikan gambaran bahwa secara umum Kali Surabaya sudah tercemar oleh bahan organik yang mudah terurai. Hal ini sejalan dengan pendapat Rahayu dan Tontowi (2005) yang menyatakan, bahwa besarnya oksigen terlarut dalam air menunjukkan tingkat kesegaran air di lokasi tersebut, sehingga apabila kadar oksigen terlarut rendah maka ada indikasi telah terjadi pencemaran oleh zat organik.

6) Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD)

BOD adalah kebutuhan oksigen untuk mendegradasi bahan organik menjadi anorganik tidak stabil kemudian menjadi senyawa lebih stabil. Besaran BOD digunakan sebagai cara untuk mengindikasikan pencemaran organik di perairan. Semakin banyak bahan organik yang terdapat dalam perairan, maka makin besar jumlah oksigen yang dibutuhkan, sehingga harga BOD semakin besar yang mengindikasikan tingginya tingkat pencemaran.

Hasil pengukuran kadar BOD perairan Kali Surabaya pada enam stasiun pengamatan menunjukkan bahwa kadar BOD rata-rata berkisar antara 3.35 hingga 10.75 mg/l, dengan nilai rata-rata keseluruhan 4.84 mg/L. Sementara baku mutu BOD untuk air baku air minum maksimum adalah 2 mg/L. Data kualitas air Kali Surabaya berdasarkan parameter DO ditunjukkan pada Gambar 6.

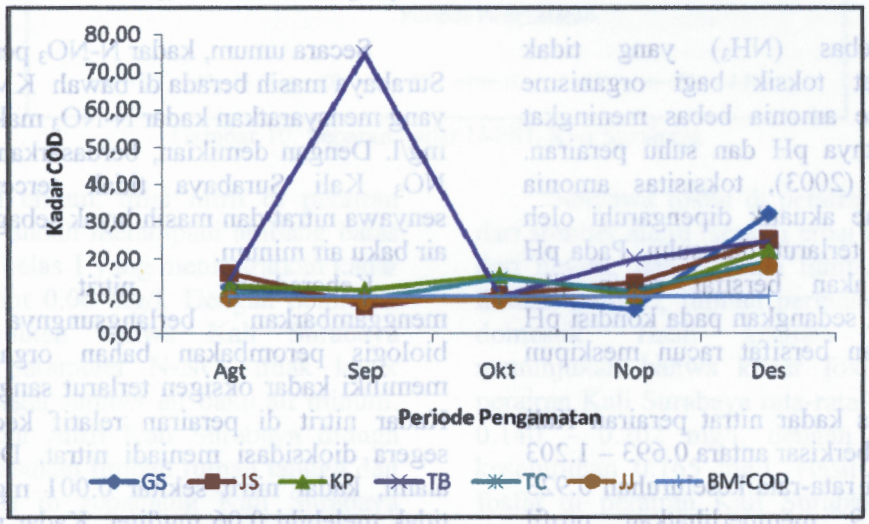


Gambar 6. Profil kualitas air Kali Surabaya (parameter BOD_5)

Gambar 6 menunjukkan, bahwa BOD Kali Surabaya tidak memenuhi KMA kelas 1. Nilai BOD hasil pengukuran tidak selalu meningkat dari hulu ke hilir, karena di setiap titik dapat terjadi pemasukan buangan organik ke sungai dengan konsentrasi BOD dan debit tertentu yang dapat menyebabkan penurunan atau peningkatan konsentrasi BOD sungai. Nilai BOD ekstrem ditemukan di stasiun Tambangan Bambe, di mana nilainya mencapai 35.63 mg/l.

7) Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)

Kebutuhan Oksigen Kimia (COD) menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologi maupun yang sukar didegradasi menjadi CO_2 dan H_2O. Semakin tinggi nilai COD, semakin tinggi pula pencemaran oleh zat organik (Rahayu & Tontowi 2005). Hasil pengukuran COD memperlihatkan, bahwa nilai COD rata-rata berkisar antara 11.21 – 28.89 mg/l, dengan nilai rata-rata keseluruhan 16.03 mg/l. Dengan demikian, secara keseluruhan berdasarkan kadar COD, perairan Kali Surabaya tidak layak sebagai sumber air baku air minum berdasarkan ambang batas KMA kelas 1 yang mensyaratkan nilai COD maksimum 10 mg/L. Data hasil pengukuran kadar COD perairan Kali Surabaya ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Profil kualitas Kali Surabaya (parameter COD)

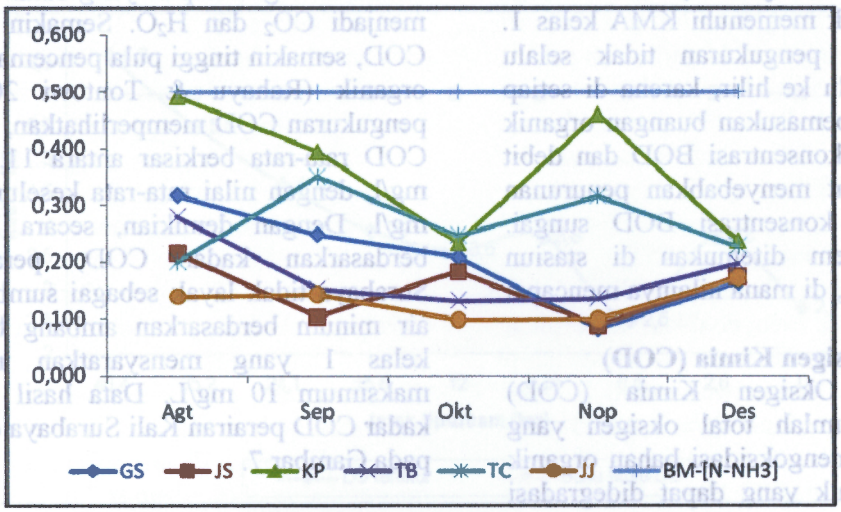
Sumber pencemar BOD dan COD di Kali Surabaya yang dominan adalah limbah domestik dan limbah industri. Kontribusi limbah domestik terhadap tingginya nilai BOD dan COD Kali Surabaya adalah 59.77% dan 54.11%, sedangkan sumber BOD sebesar 40.05% dan COD sebesar 45.75% berasal dari limbah industri. Kontribusi sektor industri terhadap tingginya konsentrasi BOD dan COD Kali Surabaya terutama berasal dari buangan limbah empat industri kertas, satu industri MSG, satu industri RPH, dan lima industri tahu.

8) Amonia, Nitrat, dan Nitrit

Senyawaan nitrogen di perairan dapat berbentuk gas nitrogen (N_2), amonia terlarut (NH_3), nitrit, nitrat, senyawa amonium, dan senyawa bentuk lain yang berasal dari limbah pertanian, pemukiman, dan industri. Senyawaan nitrogen tersebut sangat dipengaruhi oleh kandungan oksigen bebas dalam air. Pada saat kadar oksigen rendah, nitrogen akan bergerak menuju amonia, sedangkan saat kadar oksigen tinggi, nitrogen akan bergerak menuju nitrat (Hutagalung & Rozak 1997). Amonia merupakan produk utama dari penguraian limbah nitrogen organik (protein dan urea) yang keberadaannya menunjukkan terjadinya pencemaran oleh senyawa tersebut (Manahan 2005).

Hasil analisis kadar N-NH_3 di perairan Kali Surabaya rata-rata berkisar antara 0.130 – 0.363 mg/l dengan nilai rata-rata keseluruhan 0.216 mg/l. Hasil analisis kadar N-NH_3 diperlihatkan pada Gambar 8. KMA kelas 1 mensyaratkan kadar N-NH_3 maksimum 0.5 mg/L. Dengan demikian, ditinjau dari

parameter N-NH_3 Kali Surabaya masih layak digunakan sebagai sumber air baku air minum.



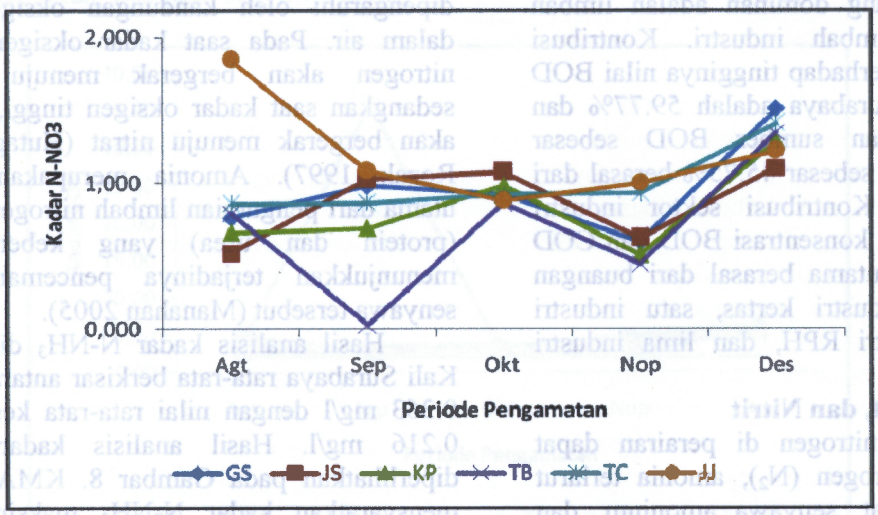
Gambar 8. Profil kualitas Kali Surabaya (paramater N-NH_3)

Amonia bebas (NH_3) yang tidak terionisasi bersifat toksik bagi organisme akuatik. Persentase amonia bebas meningkat dengan meningkatnya pH dan suhu perairan. Menurut Effendi (2003), toksisitas amonia terhadap organisme akuatik dipengaruhi oleh pH, kadar oksigen terlarut, dan suhu. Pada pH rendah amonia akan bersifat racun jika jumlahnya banyak, sedangkan pada kondisi pH tinggi amonia akan bersifat racun meskipun kadarnya rendah.

Hasil analisis kadar nitrat perairan Kali Surabaya rata-rata berkisar antara 0.693 – 1.203 mg/L, dengan nilai rata-rata keseluruhan 0.923 mg/L. Gambar 9 memperlihatkan profil penyebaran kadar N-NO_3 Kali Surabaya pada enam stasiun pengamatan.

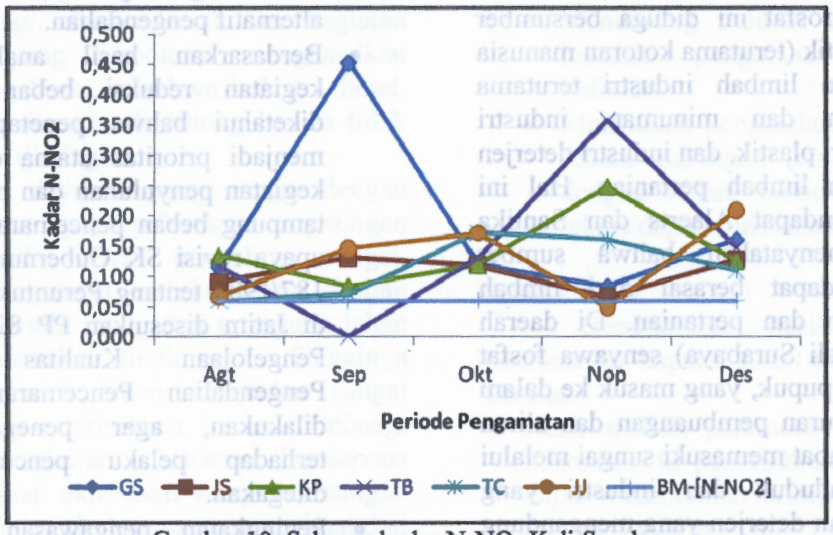
Secara umum, kadar N-NO_3 perairan Kali Surabaya masih berada di bawah KMA kelas 1 yang mensyaratkan kadar N-NO_3 maksimum 10 mg/l. Dengan demikian, berdasarkan kadar N-NO_3 Kali Surabaya tidak tercemar oleh senyawa nitrat dan masih layak sebagai sumber air baku air minum.

Keberadaan nitrit (N-NO_2) menggambarkan berlangsungnya proses biologis perombakan bahan organik yang memiliki kadar oksigen terlarut sangat rendah. Kadar nitrit di perairan relatif kecil karena segera dioksidasi menjadi nitrat. Di perairan alami, kadar nitrit sekitar 0.001 mg/liter dan tidak melebihi 0.06 mg/liter. Kadar nitrit yang lebih dari 0.05 mg/liter dapat bersifat toksik bagi organisme perairan yang sangat sensitif.



Gambar 9. Sebaran nilai rata-rata N-NO_3 Kali Surabaya.

Hasil pengukuran kadar nitrit ($N\text{-}NO_2$) perairan Kali Surabaya rata-rata berkisar antara 0.108 – 0.187 mg/l, dengan nilai rata-rata keseluruhan 0.139 mg/l. Gambar 10 memperlihatkan profil $N\text{-}NO_2$ pada enam stasiun pengamatan yang mewakili bagian hulu, tengah dan hilir Kali Surabaya.

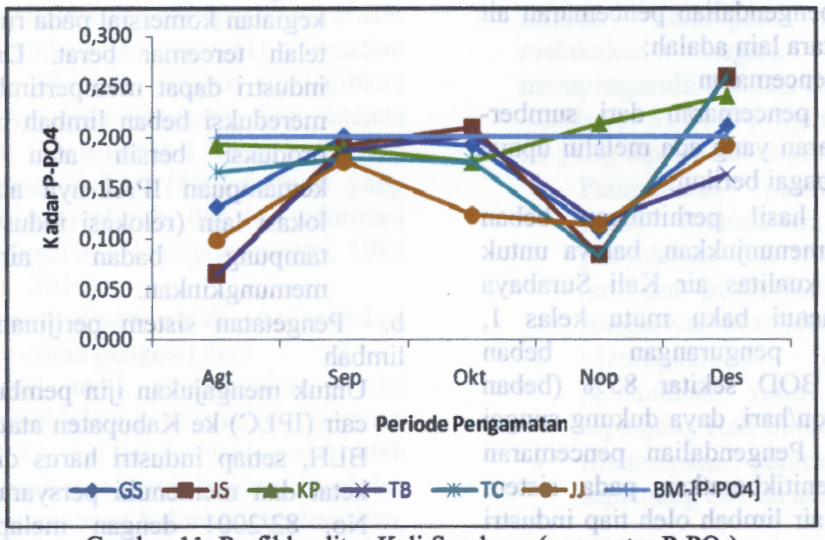


Gambar 10. Sebaran kadar $N\text{-}NO_2$ Kali Surabaya

Secara umum, nilai nitrit di perairan Kali Surabaya sudah melampaui ambang batas baku mutu air kelas 1 yang mensyaratkan kadar nitrit maksimum 0.06 mg/l. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa Kali Surabaya ditinjau dari parameter $N\text{-}NO_2$ tidak layak digunakan sebagai sumber air baku air minum. Tingginya kadar nitrit Kali Surabaya diduga berasal dari masukan limbah rumah tangga dan limbah industri di sepanjang Kali Surabaya terutama industri makanan dan industri percetakan.

9) Kadar Fosfat

Senyawa fosfat di perairan dapat berasal dari sumber alami (seperti erosi tanah, buangan dari hewan, dan lapukan tumbuhan) dan dari limbah industri, limbah pertanian, dan limbah domestik. Hasil analisis kualitas air menunjukan bahwa kadar fosfat ($P\text{-}PO_4$) di perairan Kali Surabaya rata-rata berkisar antara 0.140 – 0.202 mg/l, dengan nilai rata-rata keseluruhan 0.165 mg/l. Hasil analisis kadar fosfat di perairan Kali Surabaya pada enam stasiun pengamatan diperlihatkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Profil kualitas Kali Surabaya (parameter $P\text{-}PO_4$)

Berdasarkan KMA kelas 1 yang mempersyaratkan kadar P-PO_4 maksimum 0.2 mg/l, maka dapat disimpulkan bahwa dari 6 stasiun pengamatan Kali Surabaya hanya stasiun Karang Pilang yang tidak memenuhi baku mutu. Tingginya kadar fosfat ini diduga bersumber dari limbah domestik (terutama kotoran manusia dan deterjen) dan limbah industri terutama industri makanan dan minuman, industri percetakan, industri plastik, dan industri deterjen Wing Surya serta limbah pertanian. Hal ini sesuai dengan pendapat Alaerts dan Santika (1984), yang menyatakan bahwa sumber senyawa fosfat dapat berasal dari limbah penduduk, industri dan pertanian. Di daerah pertanian (hulu Kali Surabaya) senyawa fosfat berasal dari bahan pupuk, yang masuk ke dalam sungai melalui saluran pembuangan dan aliran air hujan. Fosfat dapat memasuki sungai melalui air buangan penduduk dan industri yang menggunakan bahan deterjen yang mengandung fosfat.

Strategi Pengendalian Pencemaran Air Kali Surabaya

Berdasarkan profil pencemaran di atas, diketahui bahwa kualitas air Kali Surabaya tidak memenuhi baku mutu air kelas 1. Parameter dominan penyebab pencemaran adalah DO, BOD, COD, N-NO_2, dan TSS. Hal ini mengindikasikan, bahwa pencemaran bahan organik dari limbah industri dan domestik menjadi sumber pencemar utama yang perlu mendapat prioritas penanganan dalam upaya pengendalian pencemaran air Kali Surabaya. Terdapat berbagai strategi pengendalian pencemaran air, namun yang terpenting adalah cara pengumpulan dan pembersihan limbah. Beberapa strategi pengendalian pencemaran air yang diperlukan antara lain adalah:

a. Reduksi beban pencemaran

Reduksi beban pencemaran dari sumber-sumber pencemaran yang ada melalui upaya pengendalian sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil perhitungan beban pencemaran menunjukkan, bahwa untuk memulihkan kualitas air Kali Surabaya hingga memenui baku mutu kelas 1, diperlukan pengurangan beban pencemaran BOD sekitar 85% (beban BOD 55.49 ton/hari, daya dukung sungai 30 ton/hari). Pengendalian pencemaran air yang menitikberatkan pada sistem pembersihan air limbah oleh tiap industri saja tidak memadai dan limbah domestik perlu ditangani secara seksama. Untuk itu, pembangunan sarana UPL komunal untuk limbah domestik dan pembuatan saluran pengumpul dan instalasi air limbah gabungan (*cluster)* menjadi alternatif pengendalian.
- Berdasarkan hasil analisis prioritas kegiatan reduksi beban pencemaran, diketahui bahwa penetapan kelas air menjadi prioritas utama diikuti dengan kegiatan penyuluhan dan penetapan daya tampung beban pencemaran. Untuk itu, upaya revisi SK Gubernur Jatim Nomor 187/1988 tentang Peruntukan Air Sungai di Jatim disesuikan PP 82/2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air perlu dilakukan, agar penegakan hukum terhadap pelaku pencemaran dapat ditegakan.
- Peningkatan pengawasan pembuangan limbah cair industri, melalui sistem pengawasan yang lebih ketat dan penegakan hukum. Pemerintah Daerah (pengelola Kali Surabaya) perlu melakukan pengewasan pembuangan air limbah industri ke badan air/saluran dengan cara pemasangan meter air untuk menghindari pembuangan air limbah yang berlebihan serta memberi sanksi secara tegas kepada industri yang mencemari Kali Surabaya. Pemantauan limbah industri harus dilakukan terus menerus dengan melakukan inspeksi mendadak (sidak) dan mengintensifkan program Patroli Kali Surabaya.
- Pengetatan baku mutu limbah cair untuk kegiatan komersial pada ruas sungai yang telah tercemar berat. Dalam hal ini, industri dapat mempertimbangkan untuk mereduksi beban limbah melalui konsep produksi bersih atau meningkatkan kemampuan IPAL-nya atau pindah ke lokasi lain (relokasi industri) yang daya tampung badan airnya masih memungkinkan.

b. Pengetatan sistem perijinan pembuangan limbah

Untuk mengajukan ijin pembuangan limbah cair (IPLC) ke Kabupaten atau Kota melalui BLH, setiap industri harus diseleksi secara ketat dan memenuhi persyaratan sesuai PP No. 82/2001 dengan melaporkan desain IPAL, debit limbah, peta lokasi pembuangan,

No. 82/2001 dengan melaporkan desain IPAL, debit limbah, peta lokasi pembuangan, dan area pembuangan limbah. Pembatasan perijinan pembuangan limbah yang baru perlu dilakukan terutama pada daerah sekitar ruas sungai yang sudah tidak memiliki daya tampung lagi. Pada daerah ini kegiatan komersial yang berpotensi menghasilkan limbah yang besar, misalnya industri, hotel, pemukiman dan rumah potong hewan tidak boleh diberi ijin lagi.

c. Peningkatan daya tampung sungai dengan meningkatkan upaya pelestarian lingkungan tata air pada daerah pengaliran sungai. Kegiatan ini sangat erat kaitannya dengan perencanaan tata ruang dan tata guna lahan yang berwawasan lingkungan. Tingginya tingkat konversi lahan sempadan sungai menjadi lahan terbangun harus diimbangi dengan peningkatan pelestarian, konservasi dan pemulihan ekosistem sempadan sungai. Dalam hal ini perlu komitmen yang kuat dari pemerintah dan masyarakat untuk mengikuti rencana yang telah ditetapkan.

d. Peningkatan partisipasi masyarakat untuk memelihara sungai

Semakin berkembangnya permukiman penduduk di sekitar sempadan sungai akan meningkatkan jumlah masyarakat yang membuang limbah atau sampahnya ke sungai dan semakin meningkatkan beban pencemaran ke Kali Surabaya. Kondisi ini dapat terjadi karena kurang dilibatkannya masyarakat dalam upaya-upaya pengendalian pencemaran dan pengawasan pengelolaan Kali Surabaya. Partisipasi masyarakat merupakan faktor penting dalam mengembalikan kualitas air Kali Surabaya. Untuk mengefektifkan partisipasi masyarakat dibutuhkan prakondisi, yaitu (1) Pemastian penerimaan informasi dengan mewajibkan pemrakarsa kegiatan mengumumkan rencana kegiatannya; (2) Informasi lintas batas; (3) Informasi tepat waktu; (4) Informasi yang lengkap dan menyeluruh; dan (5) Informasi yang dapat dipahami(Hardjasoemantri, 1986 dalam Putra, 2010).

e. Memotivasi industri untuk menanamkan model pada usaha pengendalian

Motivasi industri untuk menanamkan modal pada usaha pengendalian pencemaran umumnya sangat rendah, karena pengawasan pemerintah belum efektif, cara-cara untuk implementasi dan syarat-syarat penanganan belum dikembangkan, dan masih belum cukup ahli yang mampu dalam mengatasi masalah polusi industri dan sistem desain yang efektif dari segi biaya. Hal ini mengakibatkan sistem pengendalian pencemaran air yang telah ada belum memadai, maka usaha jangka pendek yang harus segera dilaksanakan adalah :

- Mendorong industri untuk membangun instalasi pengolahan limbah secara individu.
- Melakukan pengendalian pencemaran air secara gabungan (*cluster*) bagi industri dengan lokasi berdekatan yang secara teknis dapat dilaksanakan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan berikut:

1. Hasil analisis parameter fisik kimia dalam bentuk profil pencemaran air Kali Surabaya dapat memberikan informasi atau gambaran tentang kualitas air Kali Surabaya dan sumber pencemar dominan, yang dapat digunakan sebagai salah satu dasar pertimbangan bagi pengelola Kali Surabaya dalam upaya pengendalian.
2. Kualitas air Kali Surabaya dalam kondisi tercemar berat dan tidak memenuhi syarat sebagai sumber air baku air minum PDAM sehingga memerlukan upaya penurunan beban pencemaran. Parameter utama yang mengindikasikan terjadinya pencemaran berat adalah DO, BOD, COD, P-PO_4, dan N-NO_2.
3. Pencemaran Kali Surabaya terjadi secara menyeluruh dari hulu sampai hilir. Pemulihan pencemaran Kali Surabaya harus dilakukan secara terpadu dengan melibatkan seluruh kelompok masyarakat yang melakukan segala aktivitas yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas air Kali Surabaya. Strategi pengendalian pencemaran air yang diperlukan antara lain:
   - Peningkatan partisipasi masyarakat untuk memelihara sungai melalui penyuluhan dan melakukan sosialisasi larangan pemanfaatan lahan bantaran sungai Kali Surabaya.
   - Meningkatkan pengawasan dan pemantauan rutin pada industri di sepanjang Kali Surabaya.
   - Menerapkan peraturan tata ruang di sepanjang daerah aliran sungai.

- Perlunya dikeluarkan peraturan tentang pembatasan pembuangan limbah industri dan limbah domestik ke dalam sungai dalam rangka pencapaian baku mutu sungai.
- Penegakan hukum lingkungan
- Relokasi industri menurut tata ruang.
- Peningkatan daya dukung sungai melalui peningkatan pelestarian, konservasi dan pemulihan ekosistem sempadan sungai.

DAFTAR RUJUKAN

Alaerts G, Santika SS. 1984. *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.

Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Hutagalung S, Rozak A. 1997. *Metode Analisis Air Laut, Sedimen, dan Biota*. Buku 2. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

Manahan SE. 2005. *Environmental Chemistry*. Eigth Edition. New York: Taylor & Francis. CRC Press, Boca Raton.

Masduqi A, Apriliani E. 2008. Estimation of Surabaya River Water Quality Using Kalman Filter Algorithm. *The Journal for Technology and Science, Vol. 19, No.3 :* 87-91.

Maulidya I, Karnaningroem N. 2010. *Studi Daya Dukung dan Daya Tampung Kali Surabaya Segmen Gunungsari-Jagir dengan Metode Linier Programming*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.

Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

[PJT-I] Perum Jasa Tirta I. 2009. *Hasil Pemantauan Kualitas Air Sungai dan Air Limbah di DAS Kali Brantas Triwulan II tahun 2009*. Malang: Laboratorium PJT-I.

Putra M.B. 2010. *Partisipasi Masyarakat dalam Pengendalian Lingkungan Hidup*. http://www.mediaindonesia.com/webtorial/klh/index.php [2 April 2010].

Rahayu S, Totowi. 2005. Penelitian Kualitas Air Sungai di Lokasi-Lokasi Alamiah dalam Rangka Pemanfaatan Air dan Kajian Terhadap Kriteria Mutu Air yang Berlaku. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pengairan*. Vol. 19. No. 55 : 31-38.

Razif M, Masduqi A. 2008. Penentuan Daya Dukung Kali Surabaya dengan Simulasi Komputer. Surabaya: Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Buletin Penelitian Dan Pengembangan
Forum Alumni IAEUP Undana

Volume 11, Nomor 2, Juli 2010
ISSN 1412-3703

	Daftar Isi	halaman
1	Analisis Permintaan Terhadap Ketersediaan Energi Sektor Rumah Tangga dan Komersil di Provinsi nusa Tenggara Timur Menggunakan Perangkat Lunak Leap ***Frans J. Likadja***	1 - 6
2	Sintesis Asam 9,10,12-Trihidroksi Stearat Sebagai Kandidat Surfaktan Non Ionik Dari Asam Risinoleat ***Febri Odel Nitbani,***	7 - 14
3	Inventarisasi Jenis-Jenis Rumput Laut Di perairan Misol Papua Barat ***Hairati Arfah***	15 - 20
4	Kajian Garis Lurus-n Pada Geometri Analitik Ruang Euclide $\Re^n$ ***Ariyanto***	21- 28
5	Kajian Pengaruh Degradasi Lahan Terhadap Komponen Lingkungan Geofisik Di Sub Das Baki Kabupaten Kupang ***IN.P. Soetedjo dan I. Rachmawati***	29 - 38
6	Kajian Spektrum Serapan dan Penentuan Celah Energi Senyawa Kardanol asal Alor dan Belu sebagai Bahan Aktif alternatif pada piranti elektronika ***Zakarias Seba Ngara, dkk***	39 - 43
7	Penentuan Koefisien Serapan Dan Indeks Bias Bagian Imajinair Dari Senyawa Hasil Ekstraksi Kulit Batang Tanaman Valoa (*Sterculia Urceolata Smith*) Asal Asal Kabupaten Kupang ***Zakarias seba Ngara***	44 - 48
8	Pengaruh Peladangan Tebas Bakar Terhadap Perubahan Komponen Lingkungan Geofisik Dan Vegetasi ***IN. P. Soetedjo***	49- 56
9	Penyebaran Geografis Dan Karakteristik Familia Santalaceae ***Thomas Lion***	57 - 62
10	Profil Pencemaran Air Kali SurabayaDan Strategi Pengendaliannya ***Suwari, dkk***	63 - 74
11	Pengaruh Penambahan Serat Rami (*Boehmeria Nivea*) Terhadap Peningkatan Kuat Tarik Mortar Beton ***Sudiyo Utomo***	75- 84
12	Distribusi Kandungan Pigmen Phitoplankton Perairan Laut Banda Bagian Utara ***Hairati Arfah , Wahab Radjab, Yahyah***	85 - 93