

Studi Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Akibat Buangan Limbah Domestik (Studi Kasus Kali Surabaya – Kecamatan Wonokromo)

Study On Pollution Load Capacity Determination Of The Waste Domestic (Case Study Kali Surabaya - Kecamatan Wonokromo)

Komang Della Pavita¹, Bambang Rahadi Widiatmono^{2*}, Liliya Dewi²

¹Mahasiswa Keteknikan Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl Veteran Malang 65145

²Dosen Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145

*Email Korespondensi : jbrahadi@ub.ac.id

ABSTRAK

Permasalahan lingkungan semakin sering terjadi di sungai Kali Surabaya, banyaknya pemukiman mengakibatkan limbah domestik yang dihasilkan semakin meningkat setiap tahunnya. Penelitian bertujuan untuk mengukur pencemaran di sungai Kali Surabaya dengan menghitung dan menganalisa daya tampung beban pencemaran terhadap parameter air sungai. Analisis kualitas air dilakukan dengan menguji dan membandingkan parameter sebelum dan setelah mendapat masukan limbah, dengan parameter yang digunakan yaitu BOD, COD, DO, TSS, pH, suhu, nitrat, dan fosfat. Pengambilan sampel dilakukan pada tiga titik, T1 merupakan titik sebelum adanya masukan limbah, T2 merupakan limbah domestik yang masuk ke badan sungai, dan T3 adalah titik dimana sungai telah mendapat masukan limbah. Perhitungan besarnya daya tampung didapat dari selisih antara baku mutu air sungai dengan konsentrasi pada T3 yang didapat dari metode neraca massa. Hasil penelitian menunjukkan limbah domestik mengakibatkan peningkatan yang signifikan pada parameter TSS, BOD, COD, pH, dan nitrat. Untuk nilai DO, suhu dan fosfat pada T3 terdapat perbedaan terhadap T1 tetapi tidak signifikan. T3 sudah tidak memiliki daya tampung lagi untuk parameter TSS, BOD, dan fosfat, sedangkan parameter COD, DO, dan nitrat masih memiliki daya tampung masing-masing sebesar 46%, 33%, 86%.

Kata Kunci : daya tampung, sungai Kali Surabaya, kualitas air, limbah domestik

Abstract

Environmental problems are becoming more frequent in the river Kali Surabaya, the amount of the settlement resulted in domestic waste generated is increasing every year. The study aims to measure the pollution in the river Kali Surabaya to calculate and analyze the pollution load capacity of the river water parameters. Water quality analysis was conducted by examining and comparing the parameters before and after receiving input waste, the parameters used are BOD, COD, DO, TSS, pH, temperature, nitrate, and phosphate. Sampling was conducted at three points, T1 is the point before the waste input, T2 is a domestic waste into the rivers, and T3 is the point where the river has got input waste. Calculation of the capacity obtained from the difference between standard quality of river, with the T3 concentration obtained from the mass balance method. The results showed domestic waste resulting significant increase in the parameters TSS, BOD, COD, pH, and nitrate. For the value of DO, temperature and phosphate in T3 to T1 but differences were not significant. Point 3 already does not have the capacity anymore to the parameters TSS, BOD, and phosphate, whereas the parameters COD, DO, and nitrate still have the capacity, each for 46%, 33%, 86%.

Keywords: capacity, surabaya river, quality of rivers, domestic waste

PENDAHULUAN

Pertambahan jumlah penduduk yang semakin meningkat dari tahun ke tahun dengan luas lahan yang tetap, akan mengakibatkan tekanan terhadap lingkungan semakin berat. Berbagai aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidup yang berasal dari kegiatan industri, rumah tangga, dan pertanian juga akan menghasilkan limbah yang memberi sumbangan pada penurunan kualitas air sungai (Suriawiria, 2003). Sungai sebagai sumber air, sangat penting fungsinya dalam pemenuhan kebutuhan masyarakat, sebagai sarana penunjang utama dalam meningkatkan pembangunan nasional dan transportasi yang relatif aman untuk menghubungkan wilayah satu dengan lainnya (Agustiningsih, 2012). Hal ini dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran sungai, yang berdampak pada pengurangan manfaat sungai tersebut.

Pencemaran air dapat terjadi akibat adanya unsure atau zat lain yang masuk ke dalam air, sehingga menyebabkan kualitas air menjadi turun (Salmin, 2005). Penelitian terdahulu menyatakan bahwa jumlah beban pencemar yang masuk ke Kali Surabaya telah melampaui baku mutu yang ditetapkan (Herera, 2006). Sungai Kali Surabaya yang berada di Kecamatan Wonokromo sendiri digunakan untuk keperluan masyarakat, dengan jumlah penduduk sebesar 146,785 jiwa. 24% dari penggunaan lahan merupakan daerah pemukiman yang membuang limbah domestik seperti sampah, kakus, hasil buangan cucian, dan limbah lainnya ke sungai Kali Surabaya baik secara langsung maupun tidak langsung.

Pada wilayah tertentu sungai ini dimanfaatkan untuk menunjang makan dan minum. Sungai memiliki kemampuan untuk pulih kembali, sungai juga memiliki kemampuan untuk menerima masukan limbah tanpa menyebabkan air pada sungai tersebut tercemar yang disebut daya tampung (Peraturan Pemerintah, 2001). Tingkat pencemaran sungai dapat

mempengaruhi daya tampung sungai, semakin tinggi tingkat pencemaran sungai maka dapat mengurangi daya tampung bahkan dapat melampaui daya tampung sungai tersebut.

Sungai diklasifikasikan menjadi empat kelas. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk sarana dan prasarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, dan air untuk mengairi pertanaman. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman (Peraturan Pemerintah, 2001).

Kali Surabaya menampung beban pencemaran domestik di sepanjang kali sebesar 75.48 ton per hari (Perum Jasa Tirta, 1999). Kali Surabaya mulai memperlihatkan indikasi adanya tekanan yang berlebihan terhadap ekosistemnya. Tentu saja akibat pemanfaatan yang tidak mengedepankan konsep keberlanjutan. Bantaran Kali Surabaya juga telah beralih ke sejumlah fungsi lahan. Mulai dari permukiman padat, sampai ratusan industri berskala kecil sampai besar.

Kali Surabaya pun diduga tercemar limbah tepatnya pada area Jagir, hal ini dapat terlihat dengan adanya banyaknya ikan-ikan di sungai yang keracunan, hal tersebut merupakan indikator alami jika kondisi Kali Surabaya sudah mati dan rusak, sehingga mempengaruhi daya tahan dari tubuh ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi daya tampung beban pencemaran serta mengindikasikan adanya pencemaran dan penurunan kualitas air.

BAHAN DAN METODE

Area Studi

Penelitian dilakukan di sungai Kali Surabaya yang terletak di Kelurahan Jagir, Kecamatan Wonokromo, Kota Surabaya (Gambar 1). Kelurahan Jagir berada pada $7^{\circ}18'20.58''$ LS dan $112^{\circ}44'28.29''$ BT. Sungai ini berbatasan langsung dengan Kelurahan Ngagel Rejo, yang merupakan daerah padat pemukiman. Dengan luasan wilayah sebesar 136 ha dan kepadatan penduduk sebesar 35,457 jiwa km^{-2} , yang berpotensi menyumbangkan limbah domestik ke badan sungai Kali Surabaya (BPS, 2013).

Sampel diambil di 3 titik pada permukaan sungai, dengan jarak antar titik pengambilan sampel yaitu 1.5 km. Pada masing-masing titik dilakukan tiga kali pengulangan, dengan pengambilan dilakukan di tepi kanan dan kiri yang berjarak 1 m dari dinding sungai, serta pada tengah sungai yang berada 3 m dari tepi sungai. Titik 1 berada pada titik $7^{\circ}17'59.75''$ LS dan $112^{\circ}44'23.96''$ BT, dimana air sungai belum terkena limbah domestik (T1). Titik 2 berada 1.5 km dari titik 1 dengan titik koordinat $7^{\circ}18'2.57''$ LS dan $112^{\circ}44'31.55''$ BT, dimana pada titik ini merupakan saluran pembuangan limbah domestik yang berasal dari Kelurahan Ngagel rejo (T2). Titik 3 merupakan air sungai yang telah terkena limbah domestik (T3), berada 1.5 km dari T2, tepatnya berada pada $7^{\circ}18'4.88''$ LS dan $112^{\circ}44'41.76''$ BT.

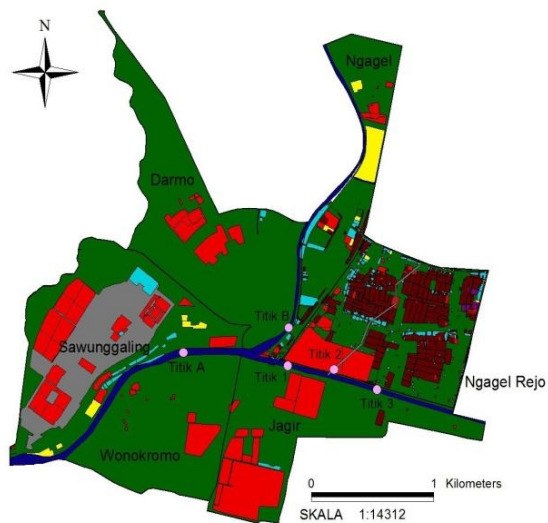
Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan pada beberapa tahap. Tahap pertama yaitu pengumpulan data, berupa data sekunder dan data primer. Data sekunder yang digunakan pada awal penelitian yaitu peta administrasi dan peta penggunaan lahan, yang digunakan untuk menentukan titik lokasi pengambilan sampel (BAPPEDA, 2000). Pengambilan titik koordinat dilakukan menggunakan GPS.

Data debit air pada titik 1 di dapat dari hasil pengukuran dua titik yaitu titik A dan titik B. Dimana debit pada titik A dan titik B yang merupakan data sekunder dari

Perusahaan Umum Jasa Tirta Surabaya (PJT). Hal ini dilakukan karena sulit nya akses untuk mendapat data debit titik 1, dan tidak memungkinkan untuk pengukuran debit secara langsung. Data debit untuk titik 2 dan titik 3 didapat dari hasil pengukuran menggunakan Current Meter. Titik pengambilan data debit dapat dilihat pada Gambar 1.

Pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 27 Februari 2014 tepatnya pada pukul 06.00, dimana pada waktu ini aktivitas penduduk dalam memanfaatkan sungai tinggi. Pengambilan sampel menggunakan sistem grab sample. Menurut Effendi (2003), grab sample adalah sample sesaat, dimana sample diambil secara langsung dari badan air yang sedang dipantau. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan ember dan tali, sebanyak 1.5 L yang ditempatkan pada botol air mineral.



Gambar 1. Peta titik pengambilan sampel

Keterangan: ■ Sungai, ■ Saluran Pembuangan, ■ Fasilitas Umum, ■ Industri dan Pergudangan, ■ Kawasan Militer, ■ Perdagangan dan Jasa, ■ Pemukiman, ■ RTH, ○ Titik Pengambilan Sampel

Setelah dilakukan pengambilan sampel air pada setiap titik, perlu dilakukan penanganan sampel sesuai standar yang ditetapkan sebelum di analisa di laboratorium. Penanganan sampel air berupa pengemasan sampel di lapangan (pemberian label pada setiap wadah sampel), penyimpanan sampel

(menggunakan box) dan transportasi sampel (dari lokasi pengambilan sampel ke laboratorium). Sample yang diambil kemudian di bawa ke laboratorium dengan jarak tempuh 2 jam perjalanan, hal ini harus segera dilakukan mengingat terdapat beberapa parameter yang mempunyai batas penyimpanan (minimal 8 jam).

Analisis Sampel

Sampel diuji untuk beberapa parameter yaitu pH, DO, suhu, TSS, suhu, BOD, COD, fosfat, dan nitrat. Pengujian parameter dilakukan di PJT Malang. Pengukuran derajat keasaman (pH) menggunakan pH meter (300 Eutech Cyberscan). DO meter digunakan dalam pengukuran konsentrasi oksigen terlarut dalam $\text{mgO}_2\text{L}^{-1}$, sedangkan untuk pengukuran suhu menggunakan thermometer.

Pengujian TSS yang digunakan oleh PJT Malang yaitu menggunakan system penyaringan dan pemanasan menggunakan oven dengan suhu antara 103-105°C selama 1 jam, kemudian didinginkan menggunakan destikator untuk kemudian dilakukan penghitungan berat tetap dan konsentrasi TSS (Persamaan 1).

$$\frac{(\text{berat akhir} - \text{berat akhir}) \times 1000 (\text{mg})}{\text{volume contoh uji (L)}} \quad (1)$$

Analisa BOD dan COD ditentukan berdasarkan metode yang telah dilakukan (Anggraeni, 2014). Nilai BOD diukur dengan peneuan selisih DO5 terhadap DO1. Analisa COD menggunakan spektrofotometer (UV-Vis spectroquant pharo 300) dengan panjang gelombang 600 nm.

Pengujian fosfat dan nitrat dilakukan dengan mengukur absorbansinya, menggunakan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 410 nm.

Analisis Data

Analisis daya tampung hanya dilakukan pada titik outlet (T3), dimana pada titik ini sungai telah mendapatkan masukan limbah yang berasal dari saluran pembuangan. Perhitungan daya tampung menggunakan

neraca massa (Persamaan 2). Dimana CR = Kosentrasi rata-rata konstituen untuk aliran gabungan, Ci = Kosentrasi konstituen pada aliran ke-I, Qi = Debit aliran ke-I, dan Mi = Massa konstituen pada aliran ke-i.

$$CR = \frac{\sum Ci Qi}{\sum Qi} = \frac{\sum Mi}{\sum Qi} \quad (2)$$

Penentuan kualitas air dan daya tampung dilakukan dengan mendeskripsikan kondisi Kali Surabaya. Metode yang digunakan adalah dengan membandingkan hasil uji lab dengan standart kualitas air kelas II, dimana PJT Surabaya selaku pihak yang memonitoring kali Surabaya telah menetapkan bahwa Kali Surabaya berada pada Kualitas air kelas II yang peruntukkanya digunakan sebagai air baku air minum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Limbah domestik

Limbah yang masuk ke badan sungai, melalui saluran pembuangan di T2 merupakan limbah domestik yang dihasilkan dari buangan di pemukiman sekitar sungai. Limbah dengan debit sebesar $2.7 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ini memiliki parameter yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik limbah domestik

Parameter	Rata-rata	Baku Mutu
TSS	304.87	100
SUHU	25.70	25 - 28
BOD	11.96	100
COD	35.53	NA
DO	3.63	NA
PH	7.80	6.00 - 9.00
FOSFAT	0.96	NA
NITRAT	2.38	NA

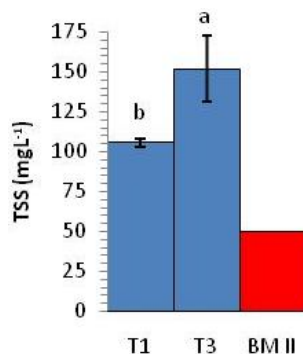
NA : Not Available

Tabel 1 merupakan konsentrasi rata-rata dari setiap parameter pada pembuangan limbah domestic. Parameter TSS telah melebihi standar baku mutu yang telah ditentukan KEPMENLH No 112 Tahun 2003. Parameter BOD, Suhu, dan pH masih dibawah ambang batas yang ditentukan, namun untuk COD, DO, fosfat, dan nitrat

tidak terdapat ketentuan standar pembuangan limbah domestik.

Kualitas Air Sungai

Hasil pengamatan menunjukkan masukan limbah mempengaruhi besarnya konsentrasi TSS pada T3 (Gambar 2). Terjadi kenaikan pada T3 sebesar 30.6% terhadap T1. Jika dibandingkan dengan baku mutu maka sebelum maupun sesudah adanya masukan limbah kadar TSS tetap melebihi ambang batas yang ditentukan. Terdapat perbedaan yang signifikan antara titik sebelum mendapat masukan dan sesudah mendapatkan masukan limbah ($P < 0.05$). Sebagian besar kandungan TSS dipengaruhi salah satunya oleh limbah domestik terutama dari perumahan yang berada di sekitar sungai (Anggraini, 2005). Berdasarkan hasil pemantauan kualitas air sungai Ciliwung pada tahun 2009 dengan adanya masukan limbah rumah tangga sebesar 155.68 ton bulan⁻¹ menyebabkan kenaikan TSS sebesar 54% (Trofisa, 2011).



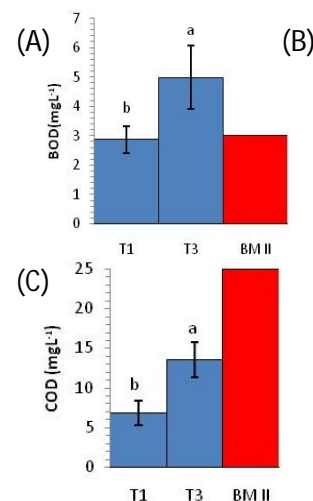
Gambar 2. Konsentrasi TSS pada air sungai. T1 dan T3 merupakan sampel sebelum dan sesudah mendapat masukan limbah, BM II merupakan baku mutu air sungai kelas II. Huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata (t-test, $P < 0.05$)

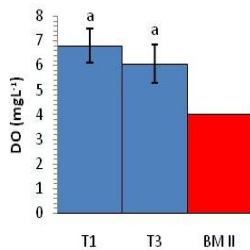
Pengujian statistik menggunakan t-test, menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara T1 dan T3 ($P < 0.05$). Sebelum adanya masukan limbah kadar BOD masih memenuhi baku mutu, namun setelah mendapat masukan limbah, kadar BOD meningkat sebesar 42.5% sehingga melebihi dari ambang batas yang ditentukan. Penelitian pada Sungai Klintar menunjukkan adanya kenaikan BOD

sebesar 35.8 mgL⁻¹ yang disebabkan adanya masukan limbah cair dengan kadar BOD sebesar 96.94 mgL⁻¹ (Gazali, 2013)

Hasil penelitian didapatkan bahwa dampak pembuangan limbah domestik pada T2 mempengaruhi nilai COD pada T3, dengan kenaikan sebesar 49.6% terhadap T1 (Gambar 3B). Hasil tersebut jika dibandingkan dengan baku mutu maka kedua titik masih memenuhi. Terdapat perbedaan yang signifikan pada titik sebelum dan sesudah mendapat masukan limbah ($P < 0.05$). Hasil pemantauan COD Sungai Ciliwung dari titik pantau Katulampa-Sempur mengalami kenaikan sebesar 62% pada tahun 2007, yang disebabkan oleh masukan limbah domestik sebesar 399.29 ton bulan⁻¹ (Trofisa, 2011).

Semakin tinggi kadar DO, maka semakin baik kondisi dari suatu perairan tersebut. Hasil analisa parameter DO ditunjukkan pada Gambar 3C, terjadi penurunan DO sebesar 11% namun hasil tersebut masih berada di atas kadar yang ditentukan. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara titik sebelum mendapat masukan dan sesudah mendapatkan masukan limbah ($P > 0.05$). Pemantauan pada Sungai Ciliwung menghasilkan nilai DO dari Sempur-Kadunghalang menurun yang disebabkan oleh daerah titik pantau yang memungkinkan limbah masuk seperti limbah domestik (Trofisa, 2011).

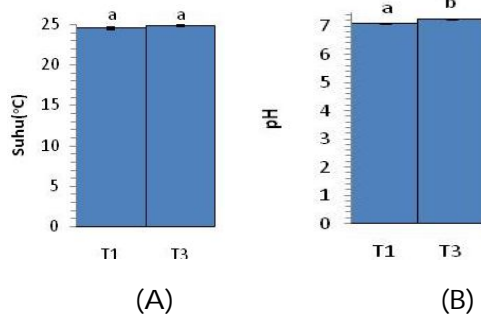




Gambar 3. Konsentrasi (A) BOD, (B) COD, dan (C) DO pada air sungai. Huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata (t-test, $P < 0.05$)

Analisa parameter suhu menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan anatar T1 dan T3 (Gambar 4A). Terjadi kenaikan suhu pada T3 sebesar 0.2°C terhadap T1, namun nilai ini masih dalam ambang yang ditentukan. Kenaikan suhu disebabkan oleh selisih waktu pengambilan sampel dan penyimpanan sebelum dilakukan pengujian. Menurut Gazali, 2013 dalam penelitiannya menunjukkan suhu pada Sungai Klinter mengalami kenaikan akibat perbedaan waktu selama 1 jam setelah pengambilan sampel awal.

Untuk parameter pH tidak terdapat kenaikan maupun penurunan pada titik sesudah dan sebelum masukan limbah (Gambar 4B), namun terdapat perbedaan yang berarti pada titik sebelum dan sesudah adanya limbah ($P > 0.05$). pH pada kedua titik tergolong pH netral yaitu antar 7 – 7.5, dimana air yang memenuhi syarat untuk kehidupan mempunyai pH antara 6.5 – 7.5 (Wardhana, 2004).

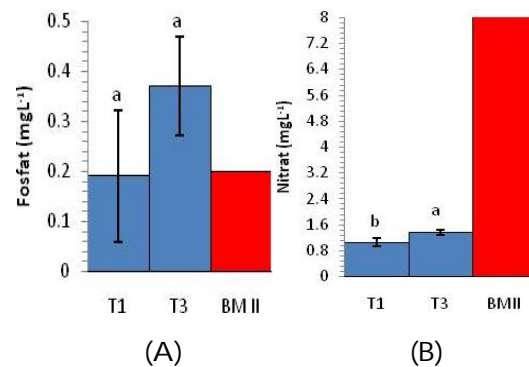


Gambar 4. (A) suhu dan (B) pH pada air sungai. Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (t-test, $P > 0.05$)

Hasil pengujian fosfat menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara titik sebelum dan sesudah mendapat masukan limbah domestik ($P > 0.05$),

sebelum adanya masukan limbah kadar fosfat masih memenuhi baku mutu, namun setelah mendapatkan masukan kadar fosfat mengalami kenaikan sebesar 49.2% (Gambar 5A) sehingga fosfat pada T3 melebihi baku mutu yang ditentukan. Berdasarkan hasil pemantauan kualitas air pada tahun 2006 di Sungai Ciliwung nilai Fosfat mengalami peningkatan sebesar 60% yang diakibatkan oleh masukan beban pencemaran yang diterima akibat aktivitas penggunaan detergen, shampoo, dan sabun (Trofisa, 2011)

Hasil penelitian didapatkan bahwa dampak pembuangan limbah domestik mempengaruhi nilai nitrat pada T3, dengan kenaikan sebesar 22.7% (Gambar 5B). Parameter nitrat sebelum dan sesudah mendapat masukan limbah masih dibawah baku mutu yang ditentukan. Kadar nitrat pada T3 berbeda nyata terhadap T1 ($P < 0.05$). Kenaikan kadar nitrat pada T3 disebabkan oleh adanya masukan nitrat yang terkandung pada limbah domestik. Masuknya nitrat kedalam badan sungai disebabkan manusia yang membuang kotoran dalam air sungai (Winata *et al*, 2000).



Gambar 5. Konsentrasi (A) fosfat dan (B) nitrat pada air sungai. Huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata (t-test, $P < 0.05$)

Perhitungan daya tampung beban pencemaran pada T3 menunjukkan untuk parameter TSS, BOD, dan fosfat pada sungai Kali Surabaya sudah tidak memiliki daya tampung lagi. Parameter pH dan suhu pada sungai ini tergolong pada kondisi yang berada pada batasa normal, namun untuk

parameter DO, COD, dan nitrat masih memiliki daya tampung masing-masing sebesar 46%, 33%, dan 86%. Perlu adanya penekanan untuk parameter BOD, TSS, dan fosfat pada limbah yang akan dibuang ke badan sungai. Penekanan ini dapat dilakukan dengan melakukan treatment terhadap limbah sebelum dibuang ke sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningsih, D. 2012. *Kajian Kualitas Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air Sungai*. Tesis. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Anggraeni, D. 2014. *Pengaruh Volume Lumpur Aktif dengan Proses Kontak Stabilisasi pada Efektivitas Pengolahan Air Limbah Industri Cold Storage*. JSAL, Vol.1 No.3, 6-12.
- Anggraini Suksmawati. 2005. *Studi Penelitian Kandungan TSS, TDS, dan Alkalinitas Di Sungai Kali Brantas Kota Batu*. Dilihat 21 Oktober 2014. http://studentresearch.umm.ac.id/index.php/dept_of_civil_engineering/article/view/1519.
- BAPPEDA. 2000. *Badan Perencanaan Dan Pembangunan Daerah*. Pemerintah Kota. Surabaya
- BPS. 2013. *Statistic Daerah Kecamatan Wonokromo 2013*. Dilihat 15 Oktober 2014. <http://surabayakota.bps.go.id/dat/publikasi/file/PB201400045/files/search/searchtext.xml>.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Gazali, I. 2013. *Evaluasi Dampak Pembuangan Limbah Cair Pabrik Kertas Terhadap Kualitas Air Sungai Klintar Kabupaten Nganjuk*. Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem Vol. 1 No. 2, Juni 2013, 1-8
- Herera, A. 2006. *Studi Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Surabaya Dengan Menggunakan Paket Program QUAL2Kw*. Disertasi Sarjana. UB. Malang.
- KEPMENLH. 2003. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Pada Sumber Air*. Kementrian Lingkungan Hidup. Jakarta
- Peraturan Pemerintah. 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Perairan*. Sekretaris Negara Republik Indonesia. Jakarta.
- Perum Jasa Tirta. 1999. *Kali Surabaya yang Semakin Penuh*. Diakses Pada Tanggal 25 Agustus 2014. http://www.jasatirta1.co.id/berita.php?subaction=showfull&id=1220338156&archive=&start_from=&ucat=6&.
- Salmin. 2005. *Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan*. Jurnal Oseana, 30. 21-26.
- Suriawiria, U. 2003. *Mikrobiologi Air dan Dasar-Dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis*. Alumni. Bandung.
- Trofisa, D. 2011. *Kajian Beban Pencemaran dan Daya Tampung Pencemaran Sungai Ciliwung di Segmen Kota Bogor*. IPB. Bogor
- Wardhana, W.A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Edisi Revisi. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Winata, I.N.A., A. Siswoyo dan T. Mulyono. 2000. *"Perbandingan Kandungan P dan N Total Dalam Air Sungai di Lingkungan Perkebunan dan Persawahan"*. Jurnal Ilmu Dasar, 6 . 34-42