

PENENTUAN DAYA TAMPUNG BEBAN CEMARAN FECAL COLIFORM AKIBAT KONDISI SANITASI MENGGUNAKAN PROGRAM QUAL2E

(Studi Kasus Kali Semarang, Jawa Tengah)

Karimatu Sa'diyah, Irawan Wisnu Wardana, Wiharyanto Oktawan *)

ABSTRAK

Kali Semarang terletak di Kota Semarang bagian tengah yang memiliki panjang sungai 8,25 Km dan luas daerah aliran sungai (DAS) seluas 12,835 Km² termasuk juga DAS Kali Asin seluas 4,430 Km². Dengan kepadatan permukiman dan penduduk yang tinggi, prasarana sanitasi yang kurang, terjadi rob serta amblesan tanah yang cukup tinggi menjadikan wilayah Kali Semarang rawan terhadap resiko kesehatan.

Penurunan kualitas air yang terjadi ada yang disebabkan tercemarnya badan air oleh bakteri golongan *Coliform* yang diakibatkan dari kepadatan penduduk, buruknya sistem pembuangan limbah masyarakat, pembuatan *wc*, *septic tank* dan sumur resapan yang kurang memenuhi persyaratan dengan baik ditinjau dari kualitas maupun tata letaknya terhadap sumber pencemar. Untuk memudahkan dalam mengetahui besarnya daya tampung pencemaran Kali Semarang dilakukan identifikasi daya tampung beban cemaran *Fecal Coliform* dengan menggunakan *software* QUAL2E.

Hasil simulasi daya tampung *Fecal Coliform* pada debit minimum yang dibandingkan dengan baku mutu PP Nomor 82 Tahun 2001 hasilnya bahwa Kali Semarang tidak dapat memenuhi baku mutu *Fecal Coliform* kelas I yaitu >1,23E+13 jumlah/hari, kelas II yaitu >1,23E+14 jumlah/hari, kelas III yaitu >2,46E+14 jumlah/hari maupun IV yaitu >2,46E+14 jumlah/hari. Hasil simulasi daya tampung *Fecal Coliform* pada debit maksimum yang dibandingkan dengan baku mutu PP Nomor 82 Tahun 2001 didapatkan bahwa Kali Semarang tidak dapat memenuhi baku mutu *Fecal Coliform* kelas I yaitu >7,70E+13 jumlah/hari, kelas II yaitu >7,70E+14 jumlah/hari, kelas III yaitu >1,54E+15 jumlah/hari maupun kelas IV yaitu >1,54E+15 jumlah/hari. Cemaran domestik merupakan sumber pencemaran terbesar di wilayah Kali Semarang. Hal ini disebabkan karena masih kurang baiknya kondisi sanitasi di sekitar Kali Semarang. Banyak hal yang menyebabkan buruknya kondisi sanitasi di Kali Semarang, salah satunya adalah tidak adanya pengolahan limbah terlebih dahulu dan banyaknya kondisi *septic tank* yang sudah tidak berfungsi.

Kata kunci : Kali Semarang, daya tampung beban cemaran, simulasi

ABSTRACT

Semarang river is located in Central Semarang City which has length 8,25 Km and the large of the watershed or catchment area is 4,430 Km². With a density of settlements and high population, lack of sanitation infrastructure, rob sometimes happened and land subsidence which is occurred makes Semarang River area is susceptible in health risks.

Degradation of water quality occurs due to the contamination of bacterium category of Coliform because of high population, bad of sewage system, lavatory fabrication, septic tank, and infiltration wells which is not eligible both in quality and layout based on pollutant source. Knowing the level of the

contamination in Semarang River is needed by identified the load capacity Fecal Coliform contamination by using software QUAL2E.

The result of its simulation based on the minimum capacity of Fecal Coliform compared by quality standard of PP No. 82 year 2001 that Semarang River is not comply the requirements of the quality standards of class I Fecal Coliform is $> 1.23 E +13$ cell/day , class II is $> 1.23 E +14$ cell/day, class III is $> 2,46 E +14$ cell/day and IV is $> 2.46 E +14$ cell/day. Simulation based on the maximum capacity of Fecal Coliform compared by quality standard of PP No. 82 year 2001 that Semarang River is not comply the requirements of the quality standards of class I Fecal Coliform is $> 7,70 E +13$ cell/day, class II is $> 7.70 E +14$ cell/day, class III is $> 1.54 E +15$ cell/day and class IV is $> 1.54 E +15$ cell/day. The domestic contamination is the largest source of pollution in Semarang River area. It is because the lack of good sanitation in Semarang River area. There are so many things that cause the bad sanitary condition in Semarang River area, such as there's no waste treatment and there are so many septic tank which are not working property.

Keywords : Semarang river, contaminant load capacity, simulation

PENDAHULUAN

Kali Semarang terletak di Kota Semarang bagian tengah yang memiliki panjang sungai 8,25 km dan luas daerah aliran sungai (DAS) seluas 12,835 km² termasuk juga DAS Kali Asin seluas 4,430 km² dimana lahan yang ada di daerah sekitar pengaliran sungainya adalah berupa bangunan perumahan dan perkantoran.

Dengan kepadatan permukiman dan penduduk yang tinggi, prasarana sanitasi yang kurang, terjadi rob serta amblesan tanah yang cukup tinggi menjadikan wilayah Kali Semarang rawan terhadap resiko kesehatan. Khusus pada sektor sanitasi limbah cair domestik/jamban, masih banyak penduduk yang membuang kotoran tinja ke saluran drainase atau sungai , banyak septiktank yang sudah mati dan tidak memenuhi standar desain tanki septic yang sehat.

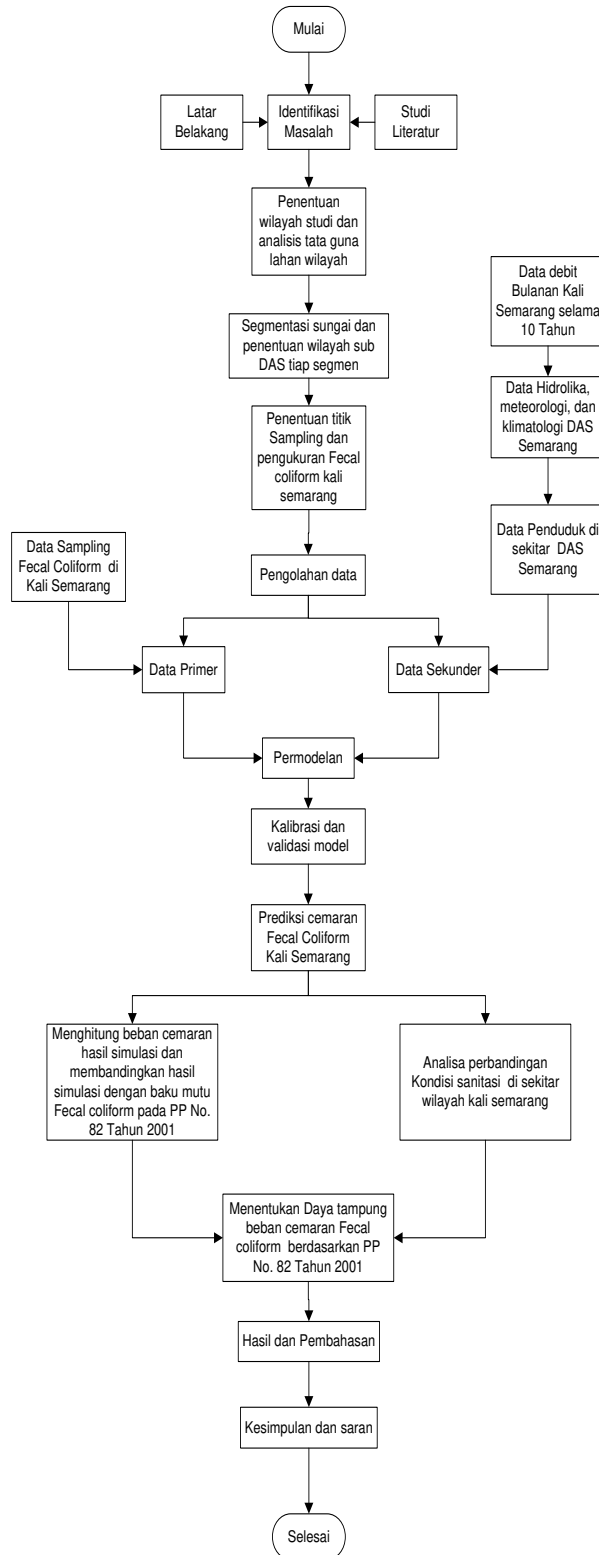
Penurunan kualitas air yang terjadi ada yang disebabkan tercemarnya badan air oleh bakteri golongan *Coliform* yang diakibatkan

dari kepadatan penduduk, buruknya sistem pembuangan limbah masyarakat, pembuatan wc, *septic tank* dan sumur resapan yang kurang memenuhi persyaratan dengan baik ditinjau dari kualitas maupun tata letaknya terhadap sumber pencemar.

Bakteri *coliform* dapat digunakan sebagai indicator karena densitasnya berbanding lurus dengan tingkat pencemaran air. Bakteri ini dapat mendeteksi patogen pada air seperti virus, protozoa, dan parasit. Selain itu, bakteri ini juga memiliki daya tahan yang lebih tinggi dari pada patogen serta lebih mudah diisolasi dan ditumbuhkan.

QUAL2E merupakan salah satu program yang dapat memodelkan cemaran *Fecal Coliform*. Sehingga untuk penentuan daya tampung beban cemaran *Fecal Coliform* menggunakan program QUAL2E.

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

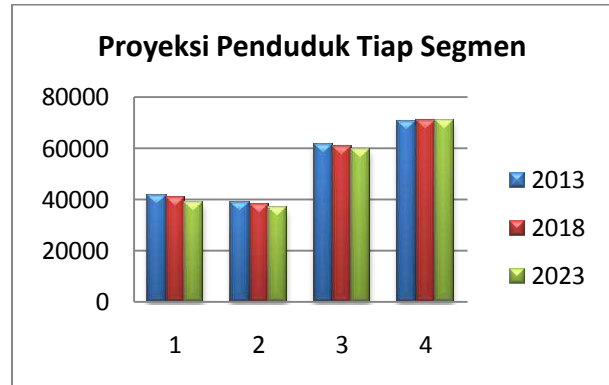
HASIL dan PEMBAHASAN

DEBIT

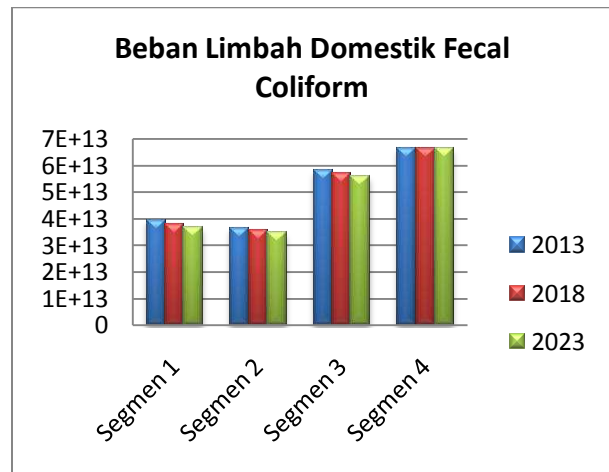
Berdasarkan hasil perhitungan debit andalan diperoleh debit terkecil sebesar 0,50 m³/s terjadi pada bulan Agustus sedangkan yang terbesar adalah 3,13 m³/s terjadi pada bulan Maret.

SUMBER PENCEMAR

Sumber pencemar yang terdapat di Kali Semarang di dominasi oleh pencemar limbah domestik.



Gambar 2. Proyeksi Penduduk Kali Semarang tiap Segmen tahun 2013, 2018, 2023



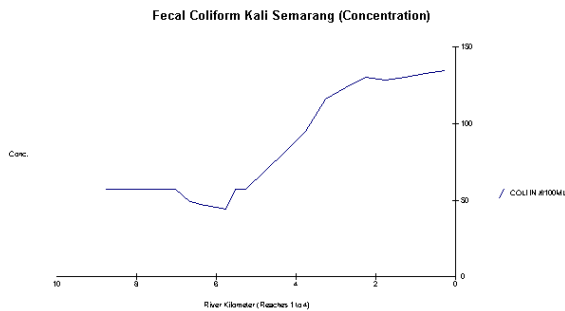
Gambar 3. Proyeksi Beban Limbah Domestik Fecal Coliform Kali Semarang

Hidrolika

Hidrolika sungai meliputi kemiringan dasar sungai, angka manning, kemiringan dinding sungai, lebar dan panjang tiap segmen.

Permodelan dengan Software QUAL2E

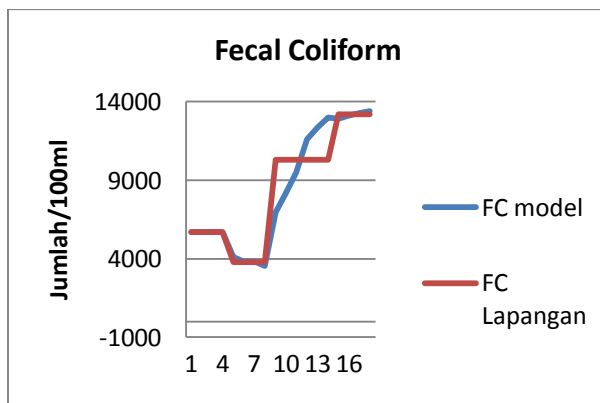
Pemodelan mempunyai tujuan untuk memperoleh grafik profil cemaran sungai dengan penyederhanaan kondisi sungai di lapangan ke dalam bentuk model



Gambar 4. Hasil *Running* Fecal Coliform

Kalibrasi Model

Perbandingan Fecal Coliform Model dengan Fecal Coliform Sampling



Gambar 5. Grafik Kalibrasi Fecal Coliform Model dengan Fecal Coliform Sampling

Dari gambar 5 Dapat dilihat bahwa hasil Kalibrasi Model *Fecal Coliform* dengan hasil sampling dilapangan hampir sama. Pola kenaikan dan penurunan pada hasil kalibrasi tidak terlalu mirip, namun angka yang dihasilkan dari model untuk setiap segmen hamper mendekati hasil analisa kondisi di lapangan.

Validasi Model

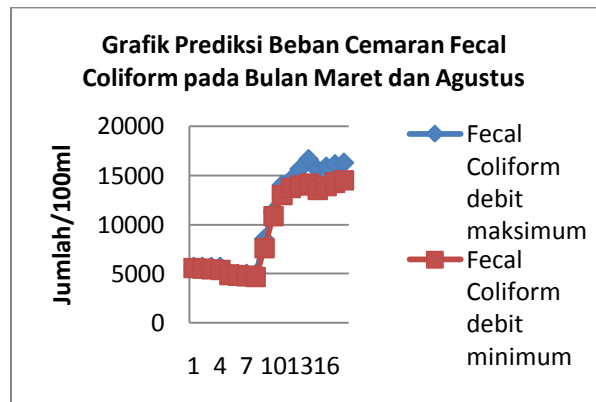
Tabel 1. Hasil Validasi Model dengan Uji Chi Kuadrat dan Relatif Bias

Validasi Model	Parameter	
	Fecal Coliform	Ket
Chi Kuadrat		
$\chi^2 \leq \chi^2_{(0.05)(3)}$	$\chi^2_{(0.05)(3)} = 0.352$	
	χ^2	0.24 ✓
Relatif Bias		
$0.5 \leq rB$		
≤ 0.5	Rb	0.00 ✓
$0.5 \leq F$		
≤ 1.5	F	1.0 ✓

Sumber : Analisis Penulis, 2013

Berdasarkan validasi yang dilakukan, $0,5 \leq 0,0 \leq 0,5$ dan $0,5 \leq 0,99 \leq 1,5$ maka model *Fecal Coliform* dengan QUAL2E berarti dapat diterima.

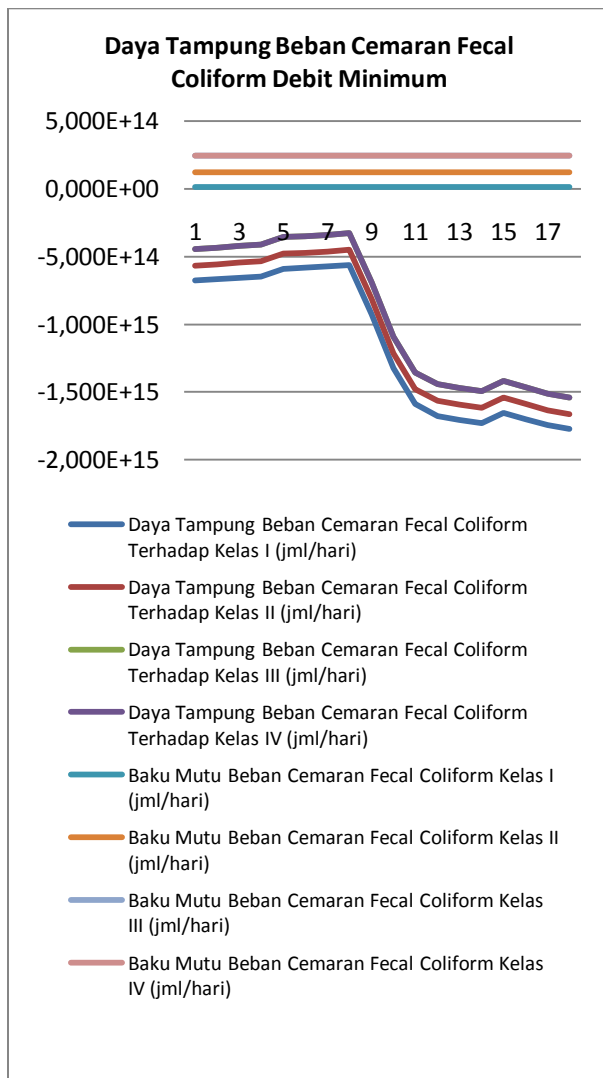
Simulasi Beban Cemaran Kali Semarang



Gambar 6. Grafik Simulasi debit Fecal Coliform pada Bulan Maret dan Agustus

Semakin tinggi debit aliran, maka semakin besar pula laju pertumbuhan *Fecal Coliform*. Begitu pula sebaliknya, semakin rendah debit aliran, maka semakin rendah pula laju pertumbuhan *Fecal Coliform*. Pertumbuhan *Fecal Coliform*, dipengaruhi oleh faktor PH, Temperatur dan Debit aliran.

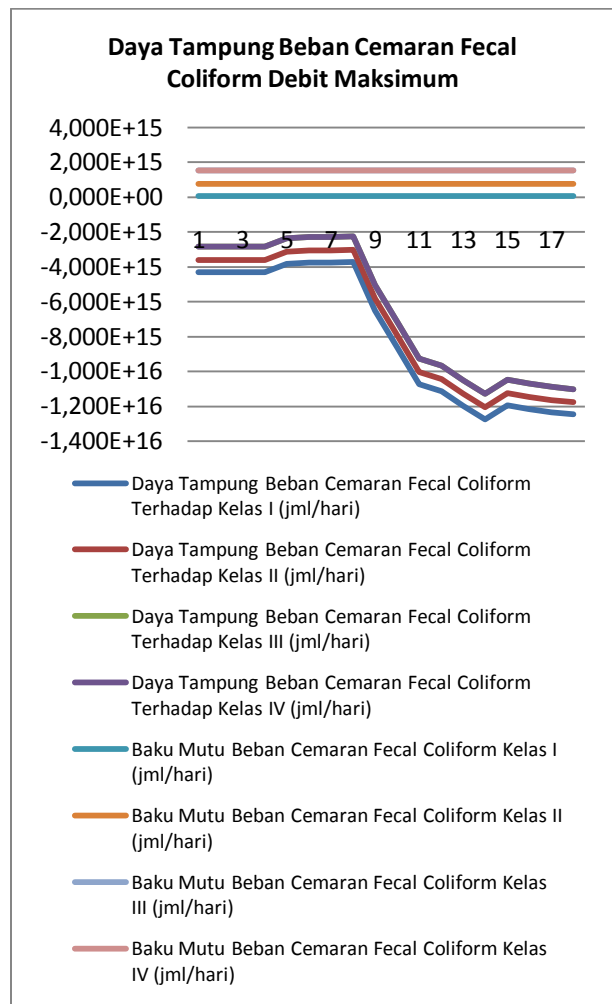
Simulasi Daya Tampung Beban Cemarannya Fecal Coliform Kali Semarang pada Debit Minimum



Gambar 7. Grafik Daya Tampung Beban Cemarannya Fecal Coliform Kali Semarang Pada Debit Minimum Dibandingkan Dengan Kelas I, II, III dan IV Sungai

Hal ini menunjukkan bahwa tercemarnya kali Semarang oleh *Fecal Coliform*, dimana pencemaran ini harus segera diatasi agar tidak terus meningkat dari tahun ke tahun. Kondisi sanitasi yang buruk di sekitar kali Semarang, yang menjadi sumber utama meningkatnya cemaran *Fecal Coliform*. Tidak adanya pengolahan terlebih dahulu sebelum limbah tersebut dialirkan ke badan air.

Simulasi Daya Tampung Beban Cemarannya Fecal Coliform Kali Semarang pada Debit Maksimum



Gambar 8. Grafik Daya Tampung Beban Cemarannya Fecal Coliform Pada Debit Maksimum Bila Dibandingkan Dengan Kelas I, II, III, dan IV Sungai

Pada debit maksimum, bakteri akan lebih meningkatkan laju penyebarannya, maka, pada debit maksimum, jumlah bakteri lebih banyak dibanding dengan jumlah bakteri pada debit minimum. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tercemarnya kali Semarang oleh *Fecal Coliform*, apalagi apabila tidak adanya pengolahan limbah domestik terlebih dahulu, Maka akan mengakibatkan melesatnya laju pertumbuhan *Fecal Coliform* di sepanjang Kali Semarang. Dengan melesatnya laju pertumbuhan bakteri *Fecal Coliform*, akan menurunkan derajat kesehatan masyarakat di sekitar kali Semarang, serta berkurangnya nilai estetika di Kali Semarang.

KESIMPULAN dan SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut:

Kali Semarang sudah tidak dapat menampung beban cemaran *Fecal Coliform* pada debit minimum maupun debit maksimum. Hasil perhitungan daya tampung dibandingkan dengan PP Nomor 82 Tahun 2001. Pada debit minimum, *Fecal Coliform* tidak memenuhi baku mutu kelas 1 dengan daya tampung $> 1,23E+13$, kelas 2 dengan daya tampung $> 1,23E+14$, kelas 3 dengan daya tampung $> 2,46E+14$, dan kelas 4 dengan daya tampung $> 2,46E+14$. Pada debit maksimum, *Fecal Coliform* tidak memenuhi baku mutu kelas 1 dengan daya tampung $> 7,70E+13$, kelas 2 dengan daya tampung $> 7,70E+14$, kelas 3 dengan daya tampung $> 1,54E+15$, dan kelas 4 dengan daya tampung $> 1,54E+15$. Kondisi sanitasi yang buruk terdapat pada segmen 3 dan 4. Hal ini disebabkan oleh tidak adanya pengolahan hasil cemaran dari kegiatan domestik, kurangnya fasilitas sanitasi bagi masyarakat serta pola hidup masyarakat yang belum mementingkan pentingnya sanitasi.

Saran

Saran yang dapat diajukan adalah :

1. Perlu adanya Peraturan Daerah mengenai sanitasi di Kota Semarang dan Peraturan Walikota yang mengatur pengelolaan limbah cair domestic.
2. Diperlukan pengadaan teknologi sanitasi sistem *off site* bagi penduduk sekitar Kali Semarang.
3. Perlu adanya perbaikan *Septic Tank* bagi *septic tank* yang sudah mati dan mengganti cubluk menjadi pengolahan limbah cair yang lebih baik.
4. Sosialisasi terhadap penduduk di sekitar Kali Semarang antara lain mengenai pola hidup bersih, menjadikan sanitasi adalah kebutuhannya dan mengubah perilaku masyarakat agar tidak membuang hasil buangan limbah domestik ke badan air.
5. Perlu adanya pemantauan rutin terhadap beban cemaran indikator pencemar *Fecal Coliform* di Kali Semarang.
6. Perlu adanya pembangunan sarana pengolahan air limbah domestik secara terpusat.
7. Memperluas cakupan pelayanan jaringan air limbah di Kota Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1995. *Qual2E Windows Interface User's Guide*. United States Environmental Protection Agency, Washington DC. Distributed by Dodson and Associates Inc. Texas, USA.
- Alaerts, G and Santika. 1984. *Metoda Penelitian Air*. Penerbit Usaha Nasional: Surabaya.
- Chapra, Steven C. 1997. *Surface Water Quality Modelling*. The McGraw Hill Companies International Editions: Singapore.

- Darmasetiawan, Martin. 1997. *Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air*. Yayasan Suryono : Bandung.
- Depkes. 2002. *Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum/Air Bersih*. Jakarta.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- Hardjosuprpto, Masduki (Moduto). 2000. *Penyaluran Air Buangan Volume II*. ITB : Bandung.
- James, A. 1984. *An Introduction to Water Quality Modelling*. John Willey & Sons Ltd. New York, West Sussex : England.
- Nippon, 2001. *Comprehensive Development and Management Plan (CDMP) Study for Bengawan Solo River Basin Under Lower Solo River Improvement Project*. Final Report.
- Qasim, Syed R. 1985. *Waste Water Treatment Plan (Planning, Design, and Operation)*. CBS College Publishing : New York.
- Randa, Sari Mirna. 2012. *Analisis Bakteri Coliform (Fekal Dan Non Fekal) Pada Air Sumur Di Komplek Roudi Monokwari* . Universitas Negeri Papua. Monokwari
- Republik Indonesia. 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.
- Republik Indonesia. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Pada Sumber Air*.
- Republik Indonesia. *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup PP No. 01 Tahun 2007 tentang Pedoman Pengkajian Teknis Untuk Menetapkan Kelas Air*.
- Suriawiria, U. 1995. *Pengantar Mikrobiologi Umum*. Penerbit : Angkasa, Bandung
- Tchobanoglous, George, L. Burton, Franklin, 1991, *Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse*, 3rd Edition, McGraw – Hill Book Co. : Singapura.
- Tchobanoglous, George, L. Burton, Franklin, dan Stensel, H. David, 2003, *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, 4th Edition, McGraw – Hill Book Co. : New York, USA
- Triatmodjo, Bambang. 2010. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offsite.
- United States Environmental Protection Agency. 1995. *“Windows Interface Users Guide” QUAL2E Window.*, Dodson & Associate, Inc, Houston: Texas.
- USEPA, 1985. *Water Quality Assessment A Screening Procedure for Toxic and Conventional Pollutant in Surface and Ground Water Part I*. Dodson & Associate, Inc, Houston: Texas.
- Wiwoho, 2005. *Model Identifikasi Daya Tampung Sungai Babon Dengan Metode Qual2E*. Masters thesis, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.