

PREDIKSI STATUS MUTU AIR KALI SURABAYA DENGAN METODE *SYSTEM DINAMIC* DI STASIUN MONITORING BENDUNGAN GUNUNG SARI SURABAYA

Rachmad Hermawan dan Mohammad Razif

Magister Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Jawa timur
Email : rachmadhermawan8@gmail.com

ABSTRAK

Manusia sangat membutuhkan air untuk kelangsungan hidupnya, salah satunya untuk keperluan air minum. Sebelum bisa digunakan untuk keperluan air minum, dilakukan proses pengolahan terlebih dahulu. Di Surabaya terdapat Instalasi Pengolah Air Minum yang melayani air minum masyarakat kota Surabaya. Tujuan penelitian ini untuk menganalisa status kualitas dan mutu air sungai Surabaya dengan menggunakan sistem dinamik dan indeks pencemaran. Penelitian ini menggunakan pemantauan kualitas air sungai Surabaya (stasiun monitoring bendungan Gunung Sari) tahun 2014-2016, dan prediksi kualitas air dengan metode sistem dinamis (*stella*) untuk tahun 2017-2021. Berdasarkan hasil prediksi dengan *stella* diketahui bahwa nilai prediksi DO, BOD, COD, TSS dan PO₄ mayoritas diatas standar kecuali NO₃. Berdasarkan Indeks Pencemaran, kualitas air kali Surabaya dari tahun 2017 sampai 2021 : TSS dalam kategori tercemar berat; BOD, DO dan PO₄ dalam kategori tercemar ringan; COD dan NO₃ mayoritas dalam kategori aman.

Kata kunci: Status kualitas air, sungai Surabaya, Sistem Dinamis, Indeks Pencemaran.

ABSTRACT

Humans need water for survive, one of which is for drinking. Before used for drinking purposes, it is require treatment first. In Surabaya, there is a Drinking Water Processing Installation that serves drinking water for the people of the city of Surabaya. This research aimed at predicting the quality status and water quality of Surabaya River by employing dynamic system and pollution index. The research used the water quality of the Surabaya river (Gunung Sari monitoring station) in 2014-2016, and prediction of water quality using the dynamic system method (stella) for 2017-2021. Based on the prediction results, it is known that the predicted values of BOD, TSS, DO, PO₄ and COD do not exceed the standard except for NO₃. Based on the Pollution Index, the water quality of Surabaya River from 2017-2021: TSS is in the heavily polluted category; BOD, DO, and PO₄ in the lightly polluted category; COD and NO₃ in the safe category.

Keywords: Status of water quality, Surabaya river, Dynamic System, Pollution Index

**“PREDIKSI STATUS MUTU AIR KALI SURABAYA DENGAN METODE SYSTEM DINAMIC...”
(RACHMAD HERMAWAN DAN MOHAMMAD RAZIF)**

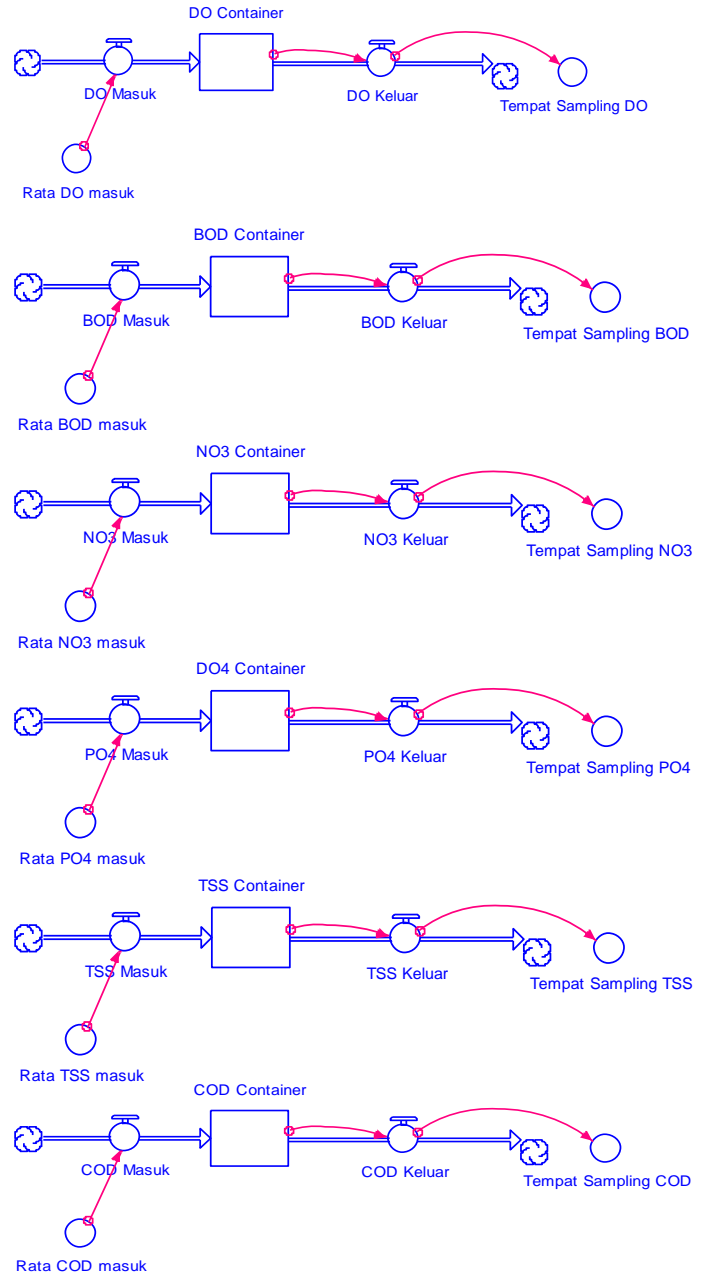
PENDAHULUAN

Manusia sangat membutuhkan air untuk kelangsungan hidupnya, salah satunya adalah untuk keperluan air minum. Sebelum bisa digunakan untuk keperluan air minum, maka perlu dilakukan proses pengolahan terlebih dahulu. Di kota Surabaya terdapat dua Instalasi Pengolah Air Minum yang melayani air minum masyarakat kota Surabaya, yakni Instalasi pengolahan air minum Karang Pilang 1, 2, 3 dan Instalasi pengolahan air minum Ngagel 1, 2, 3. Riwayat pencemaran Kali Surabaya sudah berlangsung sekitar tahun 1976 hingga saat ini karena dari tahun ke tahun jumlah industri di sepanjang kali Surabaya terus meningkat. Sehingga di tahun 2010 Gubernur Jawa Timur mengeluarkan SK Gubernur Jawa Timur Nomor 61 tahun 2010 menetapkan Kali Surabaya sebagai sungai kelas II, namun faktanya baku mutu air sungai kelas II ini belum pernah tercapai dan dipenuhi oleh Kali Surabaya. oleh sebab itu diperlukan antisipasi untuk adaptasi di masa depan dengan melakukan prediksi kualitas air Kali Surabaya (stasiun monitoring bendungan Gunung Sari) menggunakan metode *System Dynamic* (software *Stella*) yang akan dikombinasikan dengan suatu metode yang digunakan untuk mengukur indeks pencemaran (IP), sesuai dengan peraturan yakni Keputusan Menteri Lingkungan hidup No. 115 tahun 2003 tentang Tata Cara Penentuan Status Mutu Air.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data pemantauan kualitas air Kali Surabaya di stasiun monitoring bendungan Gunung Sari tahun 2014-2016, dan dari data monitoring tersebut dilakukan prediksi mengenai status kualitas air dengan menggunakan sistem dinamis (STELLA) untuk tahun 2017-2021. Terdapat beberapa indikator kualitas air yang diukur diantaranya adalah DO, COD, TSS, PO₄, BOD dan NO₃. Model yang dibangun untuk parameter tersebut dapat terlihat pada gambar dibawah ini :

Metode Sistem Dinamis (*Stella*)



Gambar -1: Proyeksi model system dinamik dari kualitas air kali surabaya

Indeks Pencemaran

Penentuan status mutu air dengan menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP), dilakukan dengan Langkah-langkah sebagai berikut (Kepmen LH 115 tahun 2003) :

1. Tentukan nilai rata-rata Ci, yang merupakan konsentrasi rata-rata tiap parameter di masing-masing tahun berdasarkan hasil pemantauan air (nilai tersebut diambil dari perhitungan yang telah dilakukan dalam metode storet)

2. Tentukan nilai maksimum C_i , yaitu konsentrasi maksimum setiap parameter dalam setiap tahun berdasarkan hasil pemantauan air (nilai tersebut diambil dari perhitungan yang telah dilakukan dalam metode storet
3. Tentukan nilai L_{ij} , yang merupakan konsentrasi kualitas standar sungai yang ditujukan untuk klasifikasi kelas kedua untuk parameter TSS, BOD, COD, DO, PO_4 dan NO_3
4. Hitung *maximum value* $C_i / L_{ij} = (C_i / L_{ij})_M$
5. Hitung *mean* $C_i / L_{ij} = (C_i / L_{ij})_R$
6. Hitung nilai indeks pencemaran dengan rumus :

$$PI_{ij} = \frac{\sqrt{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2}}{2}$$

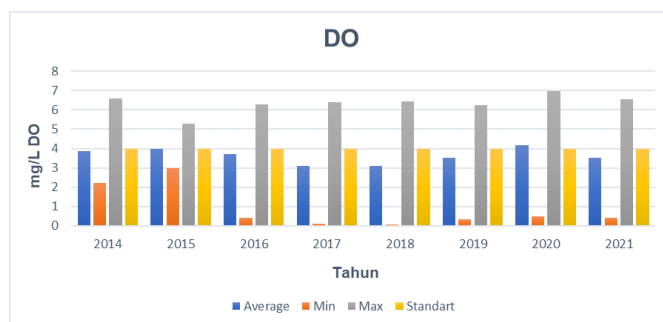
HASIL DAN PEMBAHASAN

Prediksi Hasil Kualitas Air dengan Stella

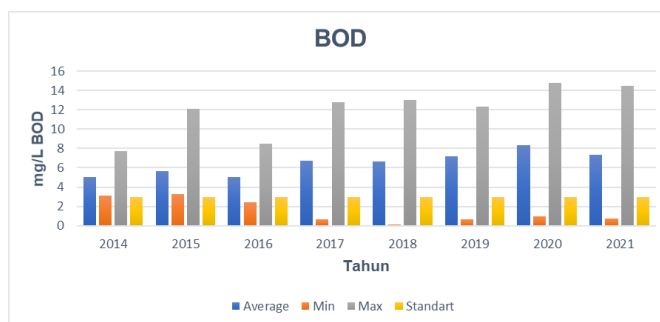
Hasil prediksi konsentrasi untuk parameter DO, BOD, COD, TSS, PO_4 dan NO_3 dengan menggunakan system dinamis (Stella) bisa dilihat di gambar 2 – 7.

Gambar 2 sampai 7 menunjukkan bahwa parameter DO, BOD, COD, TSS dan PO_4 mayoritas konsentrasinya melebihi standar kualitas air, sedangkan untuk parameter NO_3 mayoritas konsentrasinya masih dibawah standar kualitas air. Hal tersebut terjadi kemungkinan karena adanya perbedaan karakteristik polusi di kali Surabaya seperti domestik, pertanian dan aktivitas industri. Air limbah domestik, pertanian dan industri juga berfluktuasi dalam hal karakteristik dan konsentrasi (Razif et al., 2015a; Razif et al., 2015b).

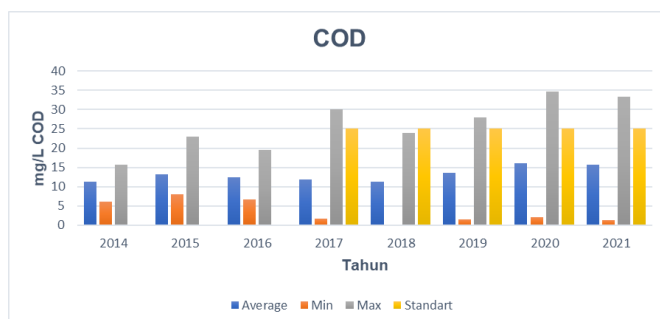
Pencemaran di kali Surabaya pasti memberikan dampak pada warga Surabaya. Dampak dalam jangka Panjang akan diterima oleh warga Surabaya sebagai konsumen dari air kali Surabaya, karena kualitas air yang dihasilkan memiliki kualitas yang rendah. Oleh sebab itu, penting untuk melibatkan warga Surabaya dalam upaya identifikasi dan partisipasi aktif dalam proses pemenuhan kualitas air di Surabaya.



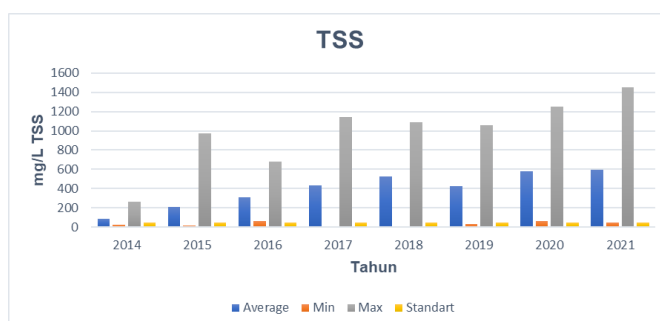
Gambar -2: Prediksi Konsentrasi Parameter DO tahun 2017-2021



Gambar -3: Prediksi Konsentrasi Parameter BOD tahun 2017-2021

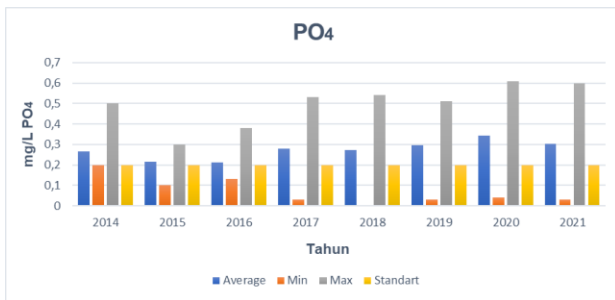


Gambar -4: Prediksi Konsentrasi Parameter COD tahun 2017-2021

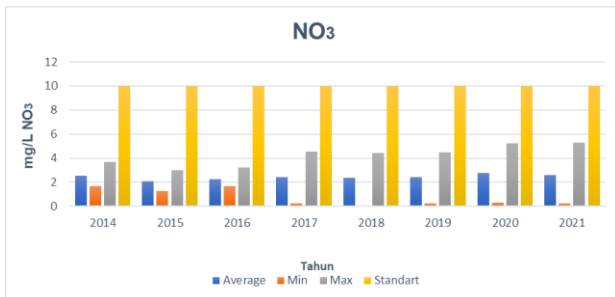


Gambar -5: Prediksi Konsentrasi Parameter TSS tahun 2017-2021

**“PREDIKSI STATUS MUTU AIR KALI SURABAYA DENGAN METODE SYSTEM DINAMIC...”
(RACHMAD HERMAWAN DAN MOHAMMAD RAZIF)**



Gambar -6: Prediksi Konsentrasi Parameter PO₄ tahun 2017-2021



Gambar -7: Prediksi Konsentrasi Parameter NO₃ tahun 2017-2021

Prediksi Hasil Kualitas Air dengan Indeks Pencemaran

Berdasarkan hasil prediksi dengan menggunakan system dinamik (*Stella*), maka status kualitas air kali Surabaya Stasiun Monitoring Gunung Sari juga bisa dihitung dengan menggunakan rumus Indeks Pencemaran (PI_j). Tabel 2 sampai tabel 9 menunjukkan hasil perhitungan status kualitas air dengan rumus indeks pencemaran (PI_j) dari tahun 2017 sampai 2021.

Tabel -1: Indeks Pencemaran di Stasiun Gunung Sari Tahun 2014

Parameter	PI _j	Status Kualitas Air
NO ₃	0,32	Baik (Kelas 2)
PO ₄	2,00	Cemar Ringan
DO	1,35	Cemar Ringan
COD	0,55	Baik (Kelas 2)
BOD	2,17	Cemar Ringan
TSS	3,96	Cemar Ringan

Tabel -2: Indeks Pencemaran di Stasiun Gunung Sari Tahun 2015

Parameter	PI _j	Status Kualitas Air
NO ₃	0,26	Baik (Kelas 2)
PO ₄	1,31	Cemar Ringan
DO	1,17	Cemar Ringan
COD	0,75	Baik (Kelas 2)
BOD	3,15	Cemar Ringan
TSS	14,12	Cemar Berat

Tabel -3: Indeks Pencemaran di Stasiun Gunung Sari Tahun 2016

Parameter	PI _j	Status Kualitas Air
NO ₃	0,28	Baik (Kelas 2)
PO ₄	1,54	Cemar Ringan
DO	1,29	Cemar Ringan
COD	0,66	Baik (Kelas 2)
BOD	2,33	Cemar Ringan
TSS	10,60	Cemar Berat

Tabel -4: Indeks Pencemaran di Stasiun Gunung Sari Tahun 2017

Parameter	PI _j	Status Kualitas Air
NO ₃	0,36	Baik (Kelas 2)
PO ₄	2,12	Cemar Ringan
DO	1,26	Cemar Ringan
COD	0,92	Baik (Kelas 2)
BOD	3,40	Cemar Ringan
TSS	17,24	Cemar Berat

Tabel -5: Indeks Pencemaran di Stasiun Gunung Sari Tahun 2018

Parameter	PI _j	Status Kualitas Air
NO ₃	0,35	Baik (Kelas 2)
PO ₄	2,14	Cemar Ringan
DO	1,26	Cemar Ringan
COD	0,75	Baik (Kelas 2)
BOD	3,45	Cemar Ringan
TSS	17,08	Cemar Berat

Tabel -6: Indeks Pencemaran di Stasiun Gunung Sari Tahun 2019

Parameter	PI _j	Status Kualitas Air
NO ₃	0,36	Baik (Kelas 2)
PO ₄	2,08	Cemar Ringan
DO	1,27	Cemar Ringan
COD	0,88	Baik (Kelas 2)
BOD	3,37	Cemar Ringan
TSS	16,16	Cemar Berat

Tabel -7: Indeks Pencemaran di Stasiun Gunung Sari Tahun 2020

Parameter	PI _j	Status Kualitas Air
NO ₃	0,42	Baik (Kelas 2)
PO ₄	2,47	Cemar Ringan
DO	1,44	Cemar Ringan
COD	1,08	Cemar Ringan
BOD	3,99	Cemar Ringan
TSS	19,56	Cemar Berat

Tabel -8: Indeks Pencemaran di Stasiun Gunung Sari Tahun 2021

Parameter	PI _j	Status Kualitas Air
NO ₃	0,42	Baik (Kelas 2)
PO ₄	2,38	Cemar Ringan
DO	1,31	Cemar Ringan
COD	1,04	Cemar Ringan
BOD	3,83	Cemar Ringan
TSS	22,14	Cemar Berat

Berdasarkan Indeks Pencemaran, kualitas air kali Surabaya (Stasiun Monitoring Gunung Sari) dari tahun 2017 sampai 2021, diketahui bahwa TSS mayoritas dalam kategori tercemar berat (HP), sedangkan untuk BOD, DO dan PO₄ mayoritas dalam kategori tercemar ringan (LP); COD dan NO₃ mayoritas dalam kategori aman / baik (GC). Jika suatu perairan ditemukan kandungan TSS yang tinggi, maka itu berarti produktivitas perairan tersebut semakin rendah. Hal ini berkaitan erat dengan proses fotosintesis dan respirasi organisme di perairan tersebut (Winnarsih, 2016).

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil prediksi dengan menggunakan sistem dinamis (*stella*) untuk tahun 2017-2021 diketahui bahwa nilai prediksi kualitas air kali Surabaya (stasiun monitoring bendungan Gunung Sari) DO, BOD, COD, TSS dan PO₄ mayoritas diatas standar kecuali NO₃.
2. Berdasarkan Indeks Pencemaran, kualitas air kali Surabaya (stasiun monitoring bendungan Gunung Sari) dari tahun 2017 sampai 2021. TSS dalam kategori tercemar berat; BOD, DO dan PO₄ dalam kategori tercemar ringan; COD dan NO₃ mayoritas dalam kategori aman

DAFTAR PUSTAKA

- Catherine, VL & H, Mary Helen. (2018). *Studies on the seasonal variation of water quality parameters of Manakudy estuarine region, South West coast of India. International Journal of ChemTech Research*, ISSN : 0974-4290, Vol. 11, No. 02, pp : 394-398.
- Chawla, P., Prashant, K., Manisha, S., Nitasha, H., C, Ghansyam. (2015). *Prediction of Pollution Potential of Indian Rivers Using Empirical Equation Consisting of Water Quality Parameters. IEEE International Conference on Technological Inovations in ICT for Agriculture and Rural Development*.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius : Yogyakarta.
- Effendi, H. (2016). *River water quality preliminary rapid assessment using pollution index. Procedia Environmental Sciences* 33 (2016) 562 – 567.
- Emamgholizadeh, S., H, Kashi., I, Marofpoor., E, Zalaghi. (2013). *Prediction of Water Quality Parameters of Karoon (Iran) by Artificial Intelligence-Based Models. International Journal of environmental Science and Technology*, ISSN : 1735-1472, DOI 10. 1007/s13762-013-0378-x.
- Hermanto, S. 2012. *Menyelamatkan Kali Mas di Surabaya (Studi Tentang Pencemaran dan Penanggulangannya, Tahun 1976-2009)*. Jurnal Artikel Ilmiah Mahasiswa UNEJ.
- Jagadeeswari, B & K, Ramesh. (2012). *Water Quality Index For Assessment Of Water Quality In South Chennai Coastal Aquifer, Tamil Nadu, India. International Journal of ChemTech Research*, ISSN : 0974-4290, Vol. 04, No. 04, pp : 1582-1588.
- Jena, V., Satish, D., Sapana, G. (2013). *Assessment Of Water Quality Index Of Industrial Area Surface Water Samples. International Journal of ChemTech Research*, ISSN : 0974-4290, Vol. 05, No. 01, pp : 278-283.
- Karamouz, M., Akhbari, M., Moridi, A., Kerachian, R. (2006). *A Syetem Dynamics-Based Conflict Resolution Model For River Water Quality Management. Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng.*, Vol. 3, No. 3, pp. 147-160.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.
- Najah, A., Ahmed, E., Othman, AK., Othman, J. (2009). *Prediction of Johor River Water Quality Parameters Using Artificial Neural Networks. European Journal of Scientific Research*, ISSN 1450-216X, Vol. 28, No. 3, pp. 422-435.
- PDAM Surya Sembada Kota Surabaya. 2019. *Sejarah dan Status PDAM.*, Sitasi 22 Mei 2019).
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 tahun 2001 tentang Pengelolaan

- Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Prasanna, PR & BK, Ramesh. (2013). *Analysis Of Water Pollution In The Pazhayar River At Kanyakumari District*. International Journal of ChemTech Research, ISSN : 0974-4290, Vol. 05, No. 03, pp : 1267-1280
- Primadian, D., Dirgahayu, L., Rahmaniah, M., Taufik, Nur. (2016). *Pengembangan Model Sistem Dinamik Terhadap Ketersediaan Air Bersih di Kabupaten Kutai timur Provinsi Kalimantan Timur*. Journal of Industrial Engineering Management, Vol. 1, No. 2, ISSN : 2541-3090, Paper : 2503-1430.
- Purnama, S. (2013). *Penggunaan Model Dinamik dalam Penentuan Prioritas Konservasi Air Tanah di Kabupaten Bantul*. Jurnal Teknik Lingkungan. ISSN 1411-318X, Vol. 14, Nomor. 2.
- Puspitasari, DE. (2009). *Dampak Pencemaran Air Terhadap Kesehatan Lingkungan Dalam Perspektif Hukum Lingkungan (Studi Kasus Sungai Code Kelurahan Wirogunan Kecamatan Mergangsan dan Kelurahan Prawirodirjan Kecamatan Gondomanan Yogyakarta)*. Mimbar Hukum, Vol. 21, No. 1, Halaman 23 – 34.
- Razif, M., Soemarno., Bagyo, Y., Arief, R., Satria, FP. (2015). *Prediction of Wastewater Fluctuation in Wastewater Treatment Plant by a System Dynamic Simulation Approach : a Projection Model of Surabaya's Mall*. International Journal of ChemTech Research, ISSN : 0974-4290, Vol. 8, No. 4, pp : 2009-2018.
- Razif, M & Satria, FP., (2015). *The Fluctuation Impacts of BOD, COD and TSS in Surabaya's Rivers to Environmental Impact Assessment (EIA) Sustainability on Drinking Water treatment Plant in Surabaya City*. International Journal of ChemTech Research, ISSN : 0974-4290, Vol. 8, No. 8, pp 143-151.
- Razif, M., Persada, S.F. (2015). *An evaluation of Wastewater Compounds Behavior to Determine the Environmental Impact Assessment (EIA) Wastewater Treatment Plant Technology Consideration: a Case on Surabaya Malls*. International Journal of ChemTech Research 8(11) pp 371-376.
- Razif, M., Persada, S.F. (2016). *An Investigation of Water Compounds Behavior in Drinking Water Treatment Technology for Environmental Impact Assessment (EIA) Strategy: A Case Study on Surabaya*. International Journal of ChemTech Research, ISSN: 0974-4290, Vol.9, No.05, pp 327-331.
- Razif, M., Moesriatil, A., Nadlifatin, R. (2016). *A System Dynamics Assessment on the Dispersion of Incinerator Pollutant Emission From Environmental Impact Assessment (EIA) Study: A Case of Medical Waste in Sidoarjo Regency*. International Journal of ChemTech Research, ISSN: 0974-4290, Vol.9, No.02, pp 249-256.
- Razif, M., Yuniarto, A., Persada, S.F. (2018). *Prediction Water River Quality Status With Dynamic System For Karangpilang Drinking Water Treatment Plant In Surabaya City, Indonesia*. EM International, ISSN 0257-8050, 37 (2) : 349-354.
- Sagara, MRN., Karnaningroem, N., Supriyadi, BS, (2014). *Model Prediksi Kualitas Air Di Kali Bokor Surabaya Menggunakan Metode QUAL2KW*. Seminar Nasional 2014 – Waste Management II.
- Suntoyo, Yuniarto, Ikhwanian, H., Zikraa, M., Sukmasaria, N.A., Angraenia, G., Tanakab, H., Umedab, M., Kurec, S. (2015). *Modelling of the COD, TSS, Phosphate and Nitrate Distribution Due to the Sidoarjo Mud Flow into Porong River Estuary*. Procedia Earth and Planetary Science 14 (2015) 144 – 151.
- Suntoyo., Ikhwani, H., Zikra, M., Sukmasari, NA., Angraeni, G., Tanaka, H., Umeda, M., Kure, S. (2015). *Modelling of the COD, TSS, Phosphate and Nitrate Distribution Due to the Sidoarjo Mud Flow into Porong River Estuary*. Procedia Earth and Planetary Science, Vol. 14, Hal. 144-151.
- Susetyo, B., Gibtha, FL, (2017). *Model Dinamis Pengelolaan Air Bersih*

Terpadu di Kota Bogor. Jurnal Krea-tif,
Vol. 05, No. 01.

Triaji, M., Risjani, Y., Mahmudi, M. (2017).
Analysis of Water Quality Status In
Porong River, Sidoarjo By Using NSF-
WQI (Nasional Sanitation Foundation –
Water Quality Index) Index.
International Journal of ChemTech
Research, ISSN: 0974-4290, Vol.10,
No.4, pp 647-650.

Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta
Offset Yogyakarta : Yogyakarta.

Winnarsih, Emiyarti, La Ode A.A. 2016.
Distribusi Total Suspended Solid
Permukaan di Perairan Teluk Kendari.
Sapa Laut Mei 2016. Vol. 1 (2) 54-59.