

Pemodelan Matematika Kolam Aerasi Fakultatif Balai Pisamp Sewon Bantul

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana



Anderson Rumuy

31130037

**Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta
2017**

Lembar Pengesahan

Skripsi dengan judul:

PEMODELAN MATEMATIKA KOLAM AERASI FAKULTATIF
BALAI PISAMP SEWON BANTUL

telah diajukan dan dipertahankan oleh:

ANDERSON RUMUY

31130037

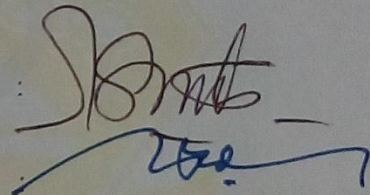
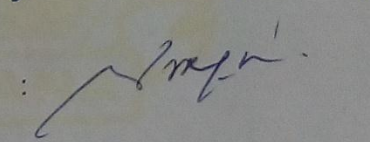
dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana

dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains pada tanggal 19 Oktober 2017

Nama Dosen

Tanda Tangan

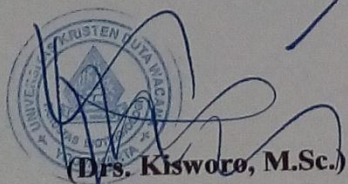
1. Prof. Dr. Suwarno Hadisusanto, SU
(Ketua Tim Penguji)
2. Suhardi Djojoatmodjo, Ir, M.Si
(Dosen Pembimbing I / Dosen Penguji)
3. Dra. Haryati B. Sutanto, M.Sc
(Dosen Pembimbing II / Dosen Penguji)

: 
: 

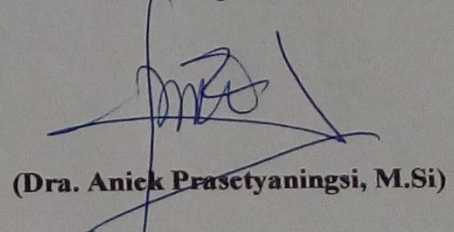
Yogyakarta, 30 Oktober 2017

Disahkan Oleh:

Dekan,


(Drs. Kisworo, M.Sc.)

Ketua Program Studi,


(Dra. Aniek Prasetyaningsi, M.Si)

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ANDERSON RUMUY

NIM : 311300037

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

"Pemodelan Matematika Kolam Aerasi Fakultatif Balai Pisamp Sewon Bantul" adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, 01 November 2017



Anderson Rumuy

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yesus Kristus, atas segala berkat, kasih yang tidak pernah berkesudahan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Pemodelan Matematika Kolam Aerasi Fakultatif Balai Pisamp Sewon Bantul", yang disusun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana (S1) pada Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta, dapat terselesaikan dengan mudah dan selamat.

Penulis menyadari bahwa terwujudnya penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Drs. Kisworo, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.
2. Suhardi Djojoatmodjo, Ir, M.Si selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis sejak awal usulan judul sampai selesainya penelitian.
3. Dra. Haryati Bawole Sutanto, selaku dosen pembimbing II penulis yang selalu memberikan arahan dan motivasi sejak awal penulis menempuh studi di UKDW serta Prof. Dr. Suwarno Hadisusanto, SU atas kesediaan sebagai tim penguji skripsi.
4. Pribadi-pribadi pemberi semangat Gabriela R C Purba, Koko No, Cici Linda, dan teman seperjuangan Edo dan Talita.
5. Seluruh Dosen dan Staf Fakultas Bioteknologi untuk bantuan dan motivasi selama ini.
6. Kedua orang tua tercinta Alfian Rumuy dan Lili Manipi serta saudara dan saudari yang senantiasa memberikan doa, semangat dan nasihat kepada penulis sehingga skripsi ini dapat selesai.
7. Para laboran dan staf di laboratorium Bioteknologi, terimakasih atas waktu dan bantuan selama penelitian di laboratorium.
8. Teman-teman seperjuangan di Fakultas Bioteknologi angkatan 2013, terimakasih atas kebersamaan dan persaudaraan selama kita menuntut ilmu di Fakultas Bioteknologi UKDW.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca, demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi berkat untuk para peneliti lain.

Yogyakarta, 01 November 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR LAMPIRAN.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1.Latar Belakang.....	1
1.2.Perumusan Masalah.....	2
1.3.Tujuan.....	2
1.4.Manfaat	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1.Limbah Domestik.....	3
2.2.Desain Balai PISAMP Sewon Bantul.....	3
2.3.BOD dan COD.....	5
2.4.Fotosintesis.....	5
2.5.Persamaan Diferensial.....	6
2.6.Regresi	6
2.7.Model Matematika.....	7
BAB III METODE PENELITIAN.....	8
1.1.Tempat dan Waktu Penelitian.....	8
1.2.Lokasi Sampling.....	9
1.3.Alat dan Bahan Penelitian.....	9
1.4.Cara kerja.....	9
a. Uji laboratorium.....	9
b. Kerangka konsep.....	11
c. Analisis data.....	12
d. Penyelesaian model/validasi model.....	13
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	14
4.1.Data Hasil Observasi.....	14
4.2.Prapembuatan Model Matematika.....	16
4.3.Pembuatan Asumsi.....	16
4.4.Model Matematika.....	17
4.5.Analisa Data.....	19
1. BOD.....	19
2. COD.....	22
3. <i>Trendline</i>	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	27
DAFTAR PUSTAKA.....	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Persamaan garis regresi linier Ln BODinlet.....	30
Lampiran 2: Persamaan garis regresi linier Ln BODoutlet.....	30
Lampiran 3: Persamaan garis regresi linier Ln CODinlet.....	30
Lampiran 4: Persamaan garis regresi linier Ln CODoutlet.....	30
Glosarium.....	31

©UKDW

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik limbah domestik	3
Tabel 2. Data Observasi BOD dan COD.....	16
Tabel 3. Ln BOD Inlet dan Ln BOD outlet hasil observasi.....	22
Tabel 4. perbandingan $BOD_{\text{observasi}}$ dan BOD_{PDB} serta penentuan persen Toleransi.....	24
Tabel 5. Ln COD Inlet dan Ln COD outlet hasil observasi.....	25
Tabel 6. perbandingan $COD_{\text{observasi}}$ dan COD_{PDB} serta penentuan persen Toleransi.....	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Desain IPAL Sewon Bantul.....	4
Gambar 2. Lokasi Balai IPAL Sewon Bantul.....	8
Gambar 3. Lokasi Pengambilan sampel di Balai IPAL Sewon Bantul.....	8
Gambar 4. Kerangka konsep.....	11
Gambar 5. <i>Flow chart</i> analisis data.....	12
Gambar 6. Grafik <i>trendline</i> BOD.....	14
Gambar 7. Grafik <i>trendline</i> COD	15
Gambar 8. <i>Flow chart</i> details analisis data.....	19
Gambar 9. Grafik perbandingan BOD _{Observasi} dan BOD _{PDB}	21
Gambar 10. Grafik perbandingan COD _{Observasi} dan COD _{PDB}	24
Gambar 11. Grafik <i>trendline</i> BOD _{Observasi} dan BOD _{PDB}	25
Gambar 12. Grafik <i>trendline</i> COD _{Observasi} dan COD _{PDB}	26

“Pemodelan Matematika Kolam Aerasi Fakultatif Balai Pisamp Sewon Bantul”

ANDERSON RUMUY^{1)*}

¹ Fakultas Bioteknologi; Universitas Kristen Duta Wacana. Jl Dr Wahidin Sudirohusodo 5-25 Yogyakarta.

^{*)}andersonrumuy@gmail.com

ABSTRAK

Balai PISAMP Sewon Bantul DIY mengolah air limbah domestik. BOD dan COD merupakan dua dari parameter pengujian kualitas air limbah. Dalam proses pengujiannya, biaya yang dihabiskan untuk pengujian satu sampel parameter BOD dan COD berkisar dari Rp. 20.000,00 – Rp. 45.000,00 (BBTKLPP dan BLH,2017). Dalam penelitian ini disajikan alternatif lain yaitu dengan penggunaan model matematika untuk memprediksikan nilai BOD dan COD berdasarkan Linieritas dan Koefisien degradasi bahan organik dalam air limbah. Pengambilan sampel dilakukan di Balai PISAMP sebanyak 4 kali dengan total 64 sampel (32 sampel BOD, 32 sampel COD) pada rentang waktu 2 jam dari 09:00 – 15:00 WITA. Dua komponen utama yang berperan dalam pemodelan ini yaitu rentang waktu pengambilan (per 2 jam) dan nilai koefisien degradasi (k) berbasis PDB. Kinetika laju reaksi perombakan bahan organik sesuai dengan kinetika kimia laju reaksi orde satu (1) $dy/dt = -k.y$. Koefisien degradasi BOD (k) didapatkan dengan mengambil ‘Ln’ untuk data observasi yaitu BOD_{inlet} 0.017, BOD_{outlet} 0.029 dan COD_{inlet} -0.0181, COD_{outlet} 0.0906. Validitas prediksi nilai parameter diketahui dengan persen toleransi perbandingan nilai BOD dan COD observasi dan hasil analisis model matematika. Persen toleransi untuk BOD_{inlet} (10.45267 %) dan BOD_{outlet} (13.48572 %) < 20% sehingga layak digunakan sebagai alat prediksi nilai BOD, sedangkan persen toleransi untuk COD_{inlet} (43.25858 %) dan COD_{outlet} (41.19408%) > 20% sehingga belum layak digunakan sebagai alat prediksi nilai COD.

Kata kunci : limbah domestik, Linieritas, koefisien degradasi, PDB

“Mathematical Modelling of Aeration Facultative Pond at Pisamp Site Sewon Bantul”

ANDERSON RUMUY¹*

¹ Faculty of Biotechnology; Duta Wacana Christian University. Dr Wahidin Sudirohusodo Street, 5-25 Yogyakarta.

*andersonrumuy@gmail.com

ABSTRACT

PISAMP site Sewon Bantul DIY process the domestic wastewater. BOD and COD are two of the wastewater quality parameter control testing. The process take the cost for one sampel of both BOD and COD for Rp.20.000,00 to Rp.45.000,00 (BBTKLPP dan BLH,2017). This research offers another option, using mathematical model to predict BOD and COD value based on Linearity dan degradation coefficient of organic matter within domestic wastewater. Sampling collection is on PISAMP site for 4 times which 64 in total of samples (32 BOD samples, 32 COD samples), sampling frequency is 2 hours per sampling start from 09:00 AM to 15:00 PM. Two main components of this model are sampling frequency (2 hours/sampling) and the value of degradation coefficient (k) based on ODE. Decay kinetic reaction rate of organic matter equals to first order kinetic reaction rate $dy/dt = -k.y$. Degradation coefficient of BOD(k) take from linear equation for data observation(scale Ln), it is BOD_{inlet} 0.017, BOD_{outlet} 0.029 and 0.0181, COD_{outlet} 0.0906. The validity of this model is proved by percent tolerance from comparing the result of BOD and COD observation with mathematical model result for BOD and COD. Percent tolerance of BOD_{inlet} (10.45267 %) and BOD_{outlet} (13.48572 %) < 20% accomplished that it can use as prediction tool of BOD but the percent tolerance of COD_{inlet} (43.25858 %) and COD_{outlet} (41.19408%) > 20% that mean it can't use to predict COD yet.

Keywords: domestic wastewater, linierity, degradation coefficient, ODE

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Balai Pengelolaan Infrastruktur Sanitasi dan Air Minum Perkotaan (Balai PISAMP) Sewon Kabupaten Bantul merupakan instalasi pengolah air limbah yang terletak di Kecamatan Sewon, Kabupaten Bantul, Provinsi DIY. Instansi tersebut melakukan pengelolaan limbah dengan sistem terpusat yaitu adanya pipa-pipa saluran air limbah yang mengalirkan air limbah dari masyarakat ke Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Sewon. Air limbah berasal dari air buangan/limbah rumah tangga masyarakat yang tinggal di wilayah Kabupaten Sleman, Bantul, dan kota Yogyakarta. Seiring dengan fungsi keberadaannya maka balai PISAMP Sewon memiliki manfaat untuk melindungi perlindungan badan-badan air dari pencemaran air limbah, peningkatan kualitas dan estetika lingkungan, serta pemanfaatan hasil IPAL berupa pupuk organik dari lumpur air limbah. Selama ini, sudah dilakukan secara rutin berbagai kegiatan operasi dan pemeliharaan terhadap sistem air limbah, termasuk salah satunya adalah kegiatan pemantauan dan pengendalian kualitas sistem air limbah. (*Dokumen IPAL Sewon, 2013*).

Sebelum limbah diterima dan diolah di IPAL Sewon terdapat beberapa persyaratan yaitu limbah termasuk limbah (domestik), pH limbah berkisar 6-9, tidak mengandung minyak dan lemak serta *Biological Oxygen demand* (BOD) limbah ± 332 mg/liter. Jika syarat-syarat di atas tidak terpenuhi maka limbah ditolak (*Dokumen balai PISAMP Sewon, 2017*). Pengujian parameter BOD dan COD diperlukan dan dilakukan sebelum limbah diterima dan diolah di IPAL Sewon sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Berdasarkan hasil kajian Biaya terhadap balai PISAMP Sewon Bantul, total biaya pengujian atau kontrol dan uji sampel per tahun sebesar Rp. 158.594.000,00 untuk parameter pH saja dan jika ditambahkan dengan parameter logam berat (7 parameter) maka total biaya uji sampel yaitu Rp. 809.549.000,00 (*Purwanta Jaka, 2013*). Sedangkan berdasarkan hasil survei yang dilakukan peneliti biaya pengujian satu sampel COD dan BOD yaitu berkisar dari Rp. 20.000,00 - Rp. 45.000,00 (*BBTKLPP dan BLH, 2017*).

Dengan biaya pengujian parameter uji yang tidak murah tersebut diusulkan alternatif lain yang dapat dilakukan dan salah satunya dengan Pemodelan matematika. Pemodelan matematika dapat digunakan sebagai alat prediksi, artinya dengan merancang model matematika kita dapat memprediksi hasil yang akan kita dapatkan. Dalam pengolahan limbah khususnya dalam hal pengujian parameter uji, model matematika dapat dirancang dan digunakan sebagai alat prediksi nilai keluaran (*output*) dari parameter uji BOD dan COD. Pada sisi ekonomi tentu meringankan beban pengujian sampel air limbah, di mana model matematika yang telah teruji akan memprediksikan keluaran dari nilai BOD dan COD sehingga pihak terkait tidak perlu melakukan uji laboratorium untuk sampel-sampel berikutnya tetapi cukup dengan memasukan nilai awal BOD dan COD pada persamaan model matematika yang telah teruji atau tervalidasi. Dasar pemodelan matematika adalah kalkulus, dan pada penelitian ini peneliti menggunakan Persamaan Diferensial Biasa (*Ordinary Differential Equation*) dan Persamaan Regresi dengan metode Kinetika Reaksi Ordo 1.

1.2. Perumusan Masalah

1. Bagaimana merancang model matematika pada kolam Aerasi Fakultatif untuk parameter uji BOD dan COD?
2. Apakah model matematika yang dirancang teruji sebagai alternatif alat prediksi nilai BOD dan COD?

1.3. Tujuan

1. Merancang model matematika pada kolam Aerasi Fakultatif untuk parameter uji BOD dan COD
2. Membuktikan bahwa model matematik yang dirancang dapat digunakan sebagai alternatif alat prediksi nilai BOD dan COD

1.4. Manfaat

Menyediakan alternatif penentuan nilai BOD dan COD berdasarkan model matematika

©UKDW

BAB V

KESIMPULAN dan SARAN

Kesimpulan :

- a. Pembuatan model matematika dapat dilakukan dan dapat digunakan untuk menganalisa data observasi parameter BOD dan COD
- b. Model matematika teruji dapat memprediksi nilai BOD dengan % toleransi BOD_{inlet} (10,45 %) dan BOD_{outlet} (13,49 %). Sedangkan untuk parameter COD belum layak sebagai alat prediksi nilai COD dengan % toleransi COD_{inlet} (43,26 %) dan COD_{outlet} (41,19 %).

Saran:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai cara menentukan nilai pasti penurunan BOD dengan model matematik yang telah dibuat.
2. Modeling dengan melibatkan faktor-faktor luar (lebih dari satu faktor) yang mempengaruhi.

DAFTAR PUSTAKA

- Deo,Narsingh. 1997. ISBN-81-203-0145-5.*Graph Theory with Applications to Engineering and Computer Science*. New Delhi:Twelfth Printing.
- Sunarsih,dkk. 2015. International Journal of Technology. 4:689-698. ISSN 2086-9614. *Modeling of Domestic Wastewater Treatment Facultative Stabilization Ponds*. Diakses pada Juni 2017.
- BPPT. 4:177-188. *BAB 9 Kolam (Ponds) dan Lagoon*.
<http://www.kelair.bppt.go.id/Publikasi/BukuAirLimbahDomestikDKI/BAB9KOLAMLAGOON.pdf>. Diakses pada Juni 2017.
- Gumilang,Ratna dan Warmadewiwanthi,Idaa. 2011. *Studi Penentuan Koefisien Biodegradasi Air Limbah Domestik Influen Boezem Morokrempangan*. <http://digilib.its.ac.id/ITS-Undergraduate-3100011042005/14057>. Surabaya. Diakses pada Juni 2017
- Sarwono, Jonathan. *BAB I TEORI REGRESI*.
<http://www.jonathansarwono.info/regresi/regresi.pdf>. Diakses pada Juli 2017
- Purwanta,Jaka. 2013. Industrial Engineering Conference(IEC). ISBN 978-979-96854-5-2. Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup di IPAL Sewon Kabupaten Bantul Melalui Kajian Biaya Pemantauan dan Pengendalian Kualitas Air dan Lingkungan Sistem Jaringan Limbah. <http://repository.upnyk.ac.id/7679/1/14>. JAKA PURWANTA UPNYK.pdf. Yogyakarta. Diakses pada Juni 2017.
- Nayono,Satoto. 2010. Vol. VI No.1. Technical Review *Metode Pengolahan Air Limbah Alternatif Untuk Negara Berkembang*.
journal.uny.ac.id/index.php/inersia/article/download/10574/8058. Yogyakarta:Inersia. Diakses pada Juni 2017.
- Nehemia, Ian. 2009. Linceo Journal of Higher Education Research Science and Technology Section. Vol.6 No.1. ISSN:2094-1064. *Modeling of an Industrial Wastewater Treatment System Using Historical Process Data*.
http://www.eisrjc.com/documents/Modeling_of_an_Industrial_Wastewater_Treatment_System_1325819259.pdf. Diakses pada Juni 2017.
- Anonim. Bab Ii Tinjauan Pustaka. http://eprints.undip.ac.id/40486/6/BAB_II_III.pdf. Semarang: Eprints Undip. Diakses pada Juni 2017.
- Mardani, et al. 2011. Iran. J. Environ,Health,Sci. Vol.8, No.1, pp.25-34. *Determination Of Biokinetic Coefficients For Activated Sludge Processes On Municipal Wastewater*.
<http://www.bioline.org.br/pdf?se11003>. Diakses pada Juni 2017
- Vlad, Grigor, et al. 2011. U.P.B,Sci,Bull. Series D. Vol. 73, Iss. 2. ISSN 1454-2358. *Mathematical Modelling Of A Biological Wastewater Treatment Process. Case Study: The Wastewater Treatment Station Of Românofir S.A. Trading Co. - Tâlmaciu*.
https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/full59752.pdf. Romania:ICPE BISTRITA. Diakses pada Juni 2017

Burghess, D.N and Borrie M.S. 1982. Mathematics And its Applications. ISBN 0-85312-286- 5. *Modelling with Differential Equations*. England: Ellis Horwood Limited. Diakses pada Juni 2017.

Jones, D.D and Sleeman.B.D.S. 1983. Departement of Mathematical Science. *Differential Equation and Mathematical Biology*. London: George Allen & Unwin Ltd. Diakses pada Juli 2017.

Astono Widyo. 2007. *Pengembangan Model DO-BOD dalam Pengelolaan Kualitas Air Sungai Ciliwung*. <http://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/40854/10/2008was.pdf>. Diakses pada September 2017.

Faiz Muhamad. 2010. *Peluruhan Bahan Organik saat Musim Kemarau pada Bagian Payau dan Laut di Muara Sungai Cisadane Tangerang, Banten*. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/62778>. Diakses pada September 2017.

Tahir Iqmal. 2012. *Kinetika Kimia Penentuan Laju Reaksi*. <http://iqmal.staff.ugm.ac.id/wp-content/uploads/iqmal-kinetika-03-penentuan-konstanta-laju-reaksi.pdf>. Diakses pada September 2017.

©UKDW