

SKRIPSI

**STUDI PEMILIHAN PERSAMAAN DISPERSI DAN
REAERASI DALAM PEMODELAN KUALITAS AIR
SALURAN IRIGASI CIBARANI**



**HAZIAN EWALDO ADRI
NPM: 2014410180**

PEMBIMBING : Doddi Yudianto, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Obaja Triputera Wijaya, S.T., M.T., M.Sc.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNI 2019**

SKRIPSI

**STUDI PEMILIHAN PERSAMAAN DISPERSI DAN
REAERASI DALAM PEMODELAN KUALITAS AIR
SALURAN IRIGASI CIBARANI**



**GHAZIAN EWALDO ADRI
NPM: 2014410180**

PEMBIMBING : Doddi Yudianto, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Obaja Triputera Wijaya, S.T., M.T., M.Sc.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNI 2019**

SKRIPSI

**STUDI PEMILIHAN PERSAMAAN DISPERSI DAN
REAERASI DALAM PEMODELAN KUALITAS AIR
SALURAN IRIGASI CIBARANI**



**GHAZIAN EWALDO ADRI
NPM : 2014410180**

BANDUNG, JUNI 2019

KO-PEMBIMBING:

**Obaja Triputera Wijaya, S.T.,
M.T., M.Sc.**

PEMBIMBING:

Doddi Yudianto, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**

**BANDUNG
JUNI 2019**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Ghazian Ewaldo Adri
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 17 Januari 1996
Nomor Pokok : 2014410180
Judul Skripsi :

STUDI PEMILIHAN PERSAMAAN DISPERSI DAN REAERASI DALAM PEMODELAN KUALITAS AIR SALURAN IRIGASI CIBARANI

Dengan,

Dosen Pembimbing : Doddi Yudianto, Ph.D.
Dosen Ko-Pembimbing : Obaja Triputera Wijaya, S.T., M.T., M.Sc.

SAYA NYATAKAN

Adalah benar-benar karya tulis saya sendiri dan bebas plagiat;

1. Adapun yang tertuang pada bagian dari karya tulis saya ini yang merupakan karya orang lain (baik berupa buku, makalah, karya tulis, materi perkuliahan, penelitian mahasiswa lain, atau bentuk lain), telah selayaknya saya kutip, sadur, atau tafsir dan dengan jelas telah melampirkan sumbernya pada daftar lampiran.
2. Bahwa tindakan melanggar hak cipta dan yang disebut dengan plagiat merupakan pelanggaran akademik yang sanksinya dapat berupa peniadaan pengakuan atas karya ilmiah dan kehilangan keserjanaan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bandung, Juni 2019



Ghazian Ewaldo Adri

STUDI PEMILIHAN PERSAMAAN DISPERSI DAN REAERASI DALAM PEMODELAN KUALITAS AIR SALURAN IRIGASI CIBARANI

Ghazian Ewaldo Adri
NPM: 2014410180

Pembimbing: Doddi Yudianto, Ph.D.
Ko-Pembimbing: Obaja Triputera Wijaya, S.T., M.T., M.Sc.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNI 2019

ABSTRAK

Pada studi ini, penulis melakukan pemodelan kualitas air Saluran Irigasi Cibarani dengan koefisien dispersi dan koefisien reaerasi sebagai tinjauan utama. Saluran irigasi ini sudah beralih fungsi menjadi saluran pembawa limbah. Pengamatan pada studi ini dilakukan pada dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Debit air pada saluran tersebut menjadi sangat kecil pada musim kemarau dan menjadi besar saat musim hujan. Debit air yang kecil akan menyebabkan nilai koefisien dispersi dan koefisien reaerasi yang kecil begitu juga sebaliknya. Hasil dari nilai persamaan tersebut akan melukiskan bagaimana distribusi (transportasi) polutan sepanjang saluran tersebut.

Persamaan-persamaan untuk menentukan nilai koefisien dispersi merupakan persamaan empiris yang didapat berdasarkan data dari sungai yang berbeda-beda, sehingga ada kemungkinan persamaan-persamaan yang digunakan tidak sesuai bila digunakan pada saluran irigasi. Dalam studi ini, persamaan koefisien dispersi yang dikaji adalah persamaan dari McQuivey dan Keefer (1974), Fischer (1975), Koussis dan Rodriguez-Mirasol (1998), dan Seo dan Cheong (1998). Kemudian diuji pula masing-masing dari persamaan tersebut dengan persamaan reaerasi diantaranya persamaan dari O'Connor & Dobbins (1958), Churchill (1962), dan Owens (1964). Kombinasi persamaan yang digunakan akan diuji kinerjanya dengan metode statistik *Mean Absolute Error (MAE)* dan *Root Mean Square Error (RMSE)*.

Pemodelan kualitas air dilakukan dengan nilai K_d untuk musim hujan adalah 1 hari^{-1} dan untuk musim kemarau adalah $0,5 \text{ hari}^{-1}$. Nilai tersebut diambil dengan pertimbangan kecepatan aliran air dan suhu air dalam saluran. Hasil pemodelan didapat bahwa parameter DO dengan rentang nilai MAE dan RMSE untuk seluruh tanggal pemodelan secara berurutan adalah $0,049 - 0,536$ dan $0,374 - 1,055$. Untuk parameter BOD, rentang nilai MAE dan RMSE secara berurutan adalah $0,021 - 4,023$ dan $5,080 - 10,037$. Dengan pertimbangan jumlah hasil pemodelan DO, BOD dan penggunaan persamaan dengan jumlah penyimpangan terkecil, maka kombinasi persamaan D_x dan K_a yang paling sesuai dengan kondisi Saluran Irigasi Cibarani adalah persamaan D_x dari Fischer (1975) dan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) dengan rentang nilai D_x adalah $0,015 - 6,237 \text{ m}^2/\text{detik}$ dan nilai K_a adalah $0,583 - 0,752 \text{ hari}^{-1}$. Salah satu penyebab terjadinya penyimpangan pemodelan terhadap data pengamatan adalah penggunaan korelasi konsentrasi BOD dan COD, maka dari itu penulis menyarankan untuk mengukur BOD secara langsung untuk studi selanjutnya.

Kata kunci: Saluran Irigasi Cibarani, Model Kualitas Air, Koefisien Dispersi, Koefisien Reaerasi, HEC-RAS.

STUDY OF DISPERSION AND REAERATION EQUATION SELECTION IN WATER QUALITY MODELLING OF CIBARANI IRRIGATION CHANNEL

Ghazian Ewaldo Adri
NPM: 2014410180

Advisor: Doddi Yudianto, Ph.D.
Co-Advisor: Obaja Triputera Wijaya, S.T., M.T., M.Sc.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER
(Accredited by SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNE 2019

ABSTRACT

In this study, the authors conducted the Cibarani Irrigation Channel water quality modeling with dispersion coefficients and reaction coefficients as the main review. This irrigation channel has been changed into the waste channel. Observations in this study were carried out in two seasons: the rainy season and the dry season. The small value of water discharge will cause a small dispersion coefficient value, and vice versa. The result of the equation value will determine how the distribution (transportation) of pollutants along the channel.

The equations to determine the value of the dispersion coefficient are empirical equations obtained based on data from different rivers, so there is a possibility that the equations used are not suitable when used on irrigation channels. In this study, the equation that will be examined are the equations McQuivey dan Keefer (1974), Fischer (1975), Koussis and Rodriguez-Mirasol (1998), and Seo and Cheong (1998). And then also tested each of the equations with the equation of reaeration including the equations of O'Connor & Dobbins (1958), Churchill (1962), and Owens (1964). The combination of dispersion and reaeration equations used will be tested for its performance by using the Mean Absolute Error (MAE) method and Root Mean Square Error (RMSE) method.

Water quality modeling is carried out with the K_d value for the rainy season is 1 day^{-1} and for the dry season is 0.5 days^{-1} . This value is taken by considering the flow rate and the temperature of the water in the channel. The modeling results show that DO parameters with a range of MAE and RMSE errors for all modeling dates are respectively $0.049 - 0.536$ and $0.374 - 1.055$. Whereas for BOD parameters, the range of errors values of MAE and RMSE respectively are $0.021 - 4.023$ and $5.080 - 10.037$. By considering the number of results of DO and BOD modeling with the smallest errors and equations with the smallest number of errors too, the combination of D_x and K_a equations that best fits the Cibarani Irrigation Channel conditions is the D_x equation from Fischer (1975) and K_a from O'Connor & Dobbins (1958) with a range of D_x values is $0.015 - 6.237 \text{ m}^2/\text{s}$ and the value of K_a is $0.583 - 0.752 \text{ days}^{-1}$. One of the causes of modeling deviations from observational data is the use of BOD and COD concentration correlations, therefore the authors suggest measuring BOD directly for future studies.

Keywords: Cibarani Irrigation Channel, Water Quality Model, Dispersion Coefficient, Reaeration Coefficient, HEC-RAS.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas dukungan dan harapan-Nya untuk karya tulis ilmiah ini yang berjudul “STUDI PEMILIHAN PERSAMAAN DISPERSI DAN REAERASI DALAM PEMODELAN KUALITAS AIR SALURAN IRIGASI CIBARANI” agar dapat terselesaikan. Penulisan skripsi ini adalah syarat wajib penyelesaian program pendidikan S-1 bagi mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan Bandung.

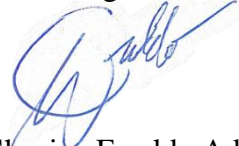
Dalam penyusunan skripsi ini, penulis telah banyak memperoleh bantuan baik berupa bimbingan, saran, maupun dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Doddi Yudianto, Ph.D., selaku dosen pembimbing skripsi, yang telah memberikan kemudahan, dukungan, waktu, tenaga, perhatian, dan ilmu pengetahuan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Obaja Triputera Wijaya, S.T., M.T., M.Sc., selaku dosen ko-pembimbing skripsi, yang telah memberikan perhatian, tenaga, waktu dan ilmu pengetahuan yang berguna bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Bapak Salahudin Gozali, Ph.D. selaku Koordinator KBI Sumber Daya Air, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung
4. Bapak Bambang Adi Riyanto, Ir., M. Eng., Ibu F. Yiniarti Eka Kumala, Bapak Ir., Dipl. HE., Prof. Robertus Wahyudi Triweko, Ph.D., Bapak Albert Wicaksono, Ph. D., dan Bapak Steven Reinaldo Rusli, S.T., M.T., M.Sc. selaku dosen di Komunitas Bidang Ilmu Teknik Sumber Daya Air yang telah memberikan dorongan, kritik, dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Orang tua dan kerabat tercinta atas kasih sayang, doa, dukungan dan segalanya yang diberikan kepada penulis.

6. Muhammad Panji Arga Wisastra yang selalu menghibur penulis meskipun penulis sedang mengalami kesulitan yang berat, memberikan masukan dan bantuan dalam penyusunan skripsi ini.
7. Joshua Dave L., Jonathan Reynaldi, Iffan, Stefanus Yobel, W. F. Stevaldy Sutanto, Hansen Kristian, dan Fernando Oscar Hayrera sebagai teman seperjuangan skripsi Tahun 2018 dan Tahun 2019 yang selalu membantu dan memberikan masukan dalam pembuatan skripsi ini.
8. Laboratorium Teknik Sumber Daya Air Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan sarana dan prasarana dalam proses pengumpulan data untuk skripsi ini.
9. Café Alite sebagai tempat penulis menyelesaikan skripsi ini dan bertukar pikiran dengan teman-teman seperjuangan.
10. Teman-teman teknik sipil angkatan 2014 yang selalu memberi dukungan selama pengerjaan skripsi ini.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dan memberi semangat kepada penulis dalam pengerjaan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa isi serta cara penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, mengingat terbatasnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan tanggapan dan saran untuk menyempurnakan skripsi ini. Namun demikian besar harapan penulis semoga skripsi ini dapat berguna bagi pendidikan Teknik Sipil terutama pada bidang sumber daya air.

Bandung, Juni 2019



Ghazian Ewaldo Adri

2014410180

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-3
1.3 Tujuan Penelitian	1-3
1.4 Pembatasan Masalah	1-3
1.5 Metodologi Penelitian	1-4
1.6 Sistematika Penulisan	1-5
BAB 2 DASAR TEORI	2-1
2.1 Permasalahan Kualitas Air	2-1
2.2 Persamaan Hidraulik Pada Piranti Lunak HEC-RAS	2-2
2.3 Pemodelan Kualitas Air Pada Piranti Lunak HEC-RAS	2-4
2.4 Parameter Kualitas Air	2-5
2.5 Proses Stabilisasi Pada Saluran dan Sungai	2-8
2.6 Sistem Pencampuran Sempurna	2-10
2.7 Koefisien Deoksigenasi (K_d) dan Koefisien Reaerasi (K_a)	2-12
2.8 Koefisien Dispersi (D_x atau E_x)	2-13

2.9 Klasifikasi dan Kriteria Mutu Air	2-17
2.10 <i>Mean Absolute Error</i> (MAE) dan <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE).....	2-18
BAB 3 KONDISI DAERAH STUDI	3-1
3.1 Gambaran Umum Sungai Cikapundung.....	3-1
3.2 Gambaran Umum Saluran Irigasi Cibarani	3-1
3.3 Kecepatan Aliran Air dan Kualitas Sumber Pencemar	3-10
BAB 4 ANALISIS DATA.....	4-1
4.1 Pemodelan Saluran Irigasi Cibarani	4-1
4.2 Analisis Hasil Numerik Pemodelan Hidraulik	4-1
4.3 Penentuan Pengujian Persamaan D_x , K_a , dan K_d	4-2
4.4 Analisis Kombinasi D_x dan K_a	4-4
4.4.1 Hasil Pemodelan Kualitas Air Tanggal 8 Febuari 2018	4-4
4.4.2 Hasil Pemodelan Kualitas Air Tanggal 9 Febuari 2018	4-11
4.4.3 Hasil Pemodelan Kualitas Air Tanggal 15 Agustus 2018	4-19
4.4.4 Hasil Pemodelan Kualitas Air Tanggal 21 Agustus 2018	4-27
4.4.5 Hasil Pemodelan Kualitas Air Tanggal 27 Agustus 2018	4-35
4.5 Analisis Akhir.....	4-43
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran	5-1
DAFTAR PUSTAKA.....	xix

DAFTAR NOTASI

<i>A</i>	:	Luas Daerah Aliran Saluran (m^2)
<i>B</i>	:	Lebar Dasar Saluran (m) ($B = W$)
<i>BOD</i>	:	Biochemical Oxygen Demand (mg/l)
<i>CBOD</i>	:	Carbonaceous Biochemical Oxygen Demand (mg/l)
<i>COD</i>	:	Chemical Oxygen Demand (mg/l)
<i>DO</i>	:	Dissolved Oxygen (mg/l)
<i>D_x</i>	:	Koefisien Dispersi
<i>g</i>	:	Percepatan Gravitasi ($m/detik^2$)
<i>H</i>	:	Tinggi Muka Air (m)
<i>HEC</i>	:	Nomor Stasiun pada piranti lunak HEC-RAS
<i>IPAL</i>	:	Instalasi Pengolahan Air Limbah
<i>K_a</i>	:	Koefisien Reaerasi ($Hari^{-1}$)
<i>K_d</i>	:	Koefisien Deoksigenasi ($Hari^{-1}$)
<i>L</i>	:	Jarak (m)
<i>m</i>	:	Kemiringan Dasar Saluran
<i>MAE</i>	:	Mean Absolute Error
<i>n</i>	:	Koefisien Kekasaran Manning
<i>NH₃</i>	:	Dissolved Ammonium Nitrogen (mg/l)
<i>NO₂</i>	:	Dissolved Nitrite Nitrogen (mg/l)
<i>NO₃</i>	:	Dissolved Nitrate Nitrogen (mg/l)
<i>OR</i>	:	Over Range
<i>P</i>	:	Keliling Basah Saluran (m)
<i>Q</i>	:	Debit Air (m^3/s)
<i>R</i>	:	Jari-Jari Hidraulik (m)
<i>RMSE</i>	:	Root Mean Square Error
<i>SI</i>	:	Satuan Internasional
<i>S_f</i>	:	Kemiringan Garis Energi
<i>TN</i>	:	Total Nitrogen (mg/l)
<i>TP</i>	:	Total Phosphorus (mg/l)
<i>U</i>	:	Kecepatan Rata-Rata Aliran Air (m/detik)

UR	:	Under Range
U_*	:	Kecepatan Geser Aliran Air (m/detik)
V	:	Kecepatan Aliran Air (m/detik)
W	:	<i>Width of The Channel</i> atau Lebar Dasar Saluran (m)
x_i	:	Data pengamatan
\bar{x}	:	Nilai rata-rata
y_i	:	Data Numerik Dari Hasil Pemodelan
Z	:	Elevasi saluran (m)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Alir Studi	1-5
Gambar 2.1	Gambaran Hubungan Persamaan Energi.....	2-3
Gambar 2.2	Metode Pembagian Segmen Saluran.....	2-4
Gambar 2.3	Model Kualitas Air Pada Piranti Lunak HEC-RAS.....	2-5
Gambar 2.4	Siklus Oksigen Dalam Aliran Air	2-7
Gambar 3.1	Lokasi Saluran Irigasi Cibarani.....	3-2
Gambar 3.2	Skematisasi Saluran Irigasi Cibarani.....	3-4
Gambar 3.3	Hulu Saluran (Sampel Bendung) – stasiun 78	3-5
Gambar 3.4	Pengambilan Sampel 1 – stasiun 72.....	3-5
Gambar 3.5	Pengambilan Sampel 2 – stasiun 61	3-5
Gambar 3.6	Pengambilan Sampel 3 – stasiun 54.....	3-6
Gambar 3.7	Pengambilan Sampel 4 – stasiun 48.....	3-6
Gambar 3.8	Pengambilan Sampel 5 – stasiun 46.....	3-7
Gambar 3.9	Pengambilan Sampel 6 – stasiun 39.....	3-7
Gambar 3.10	Pengambilan Sampel 7 – stasiun 38.....	3-7
Gambar 3.11	Pengambilan Sampel 8 – stasiun 35.....	3-8
Gambar 3.12	Pengambilan Sampel 9 – stasiun 30.....	3-8
Gambar 3.13	Pengambilan Sampel 11 – stasiun 11	3-8
Gambar 3.14	Pengambilan Sampel 12 – stasiun 6.....	3-9
Gambar 3.15	Saluran Pembawa ke Sungai Cikapundung (Sampel <i>Outfall</i>).....	3-9
Gambar 3.16	Skema Masuknya Limbah Pada Saluran Irigasi Cibarani.....	3-10
Gambar 4.1	Profil Muka Air	4-2
Gambar 4.2	Perbandingan Pemodelan DO dengan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) Tanggal 8 Febuari 2018.....	4-6
Gambar 4.3	Perbandingan Pemodelan DO dengan K_a dari Churchill (1962) Tanggal 8 Febuari 2018	4-6
Gambar 4.4	Perbandingan Pemodelan DO dengan K_a dari Owens (1964) Tanggal 8 Febuari 2018.....	4-7
Gambar 4.5	Perbandingan Pemodelan BOD dengan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) Tanggal 8 Febuari 2018.....	4-9

Gambar 4.6 Perbandingan Pemodelan BOD dengan K_a dari Churchill (1962) Tanggal 8 Febuari 2018.....	4-9
Gambar 4.7 Perbandingan Pemodelan BOD dengan K_a dari Owens (1964) Tanggal 8 Febuari 2018.....	4-10
Gambar 4.8 Laju Konsentrasi DO Tanggal 8 Febuari 2018.....	4-11
Gambar 4.9 Laju Konsentrasi BOD Tanggal 8 Febuari 2018.....	4-11
Gambar 4.10 Perbandingan Pemodelan DO dengan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) Tanggal 9 Febuari 2018	4-13
Gambar 4.11 Perbandingan Pemodelan DO dengan K_a dari Churchill (1962) Tanggal 9 Febuari 2018.....	4-14
Gambar 4.12 Perbandingan Pemodelan DO dengan K_a dari Owens (1964) Tanggal 9 Febuari 2018	4-14
Gambar 4.13 Perbandingan Pemodelan BOD dengan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) Tanggal 9 Febuari 2018	4-16
Gambar 4.14 Perbandingan Pemodelan BOD dengan K_a dari Churchill (1962) Tanggal 9 Febuari 2018.....	4-17
Gambar 4.15 Perbandingan Pemodelan BOD dengan K_a dari Owens (1964) Tanggal 9 Febuari 2018.....	4-17
Gambar 4.16 Laju Konsentrasi DO Tanggal 9 Febuari 2018.....	4-18
Gambar 4.17 Laju Konsentrasi BOD Tanggal 9 Febuari 2018.....	4-19
Gambar 4.18 Perbandingan Pemodelan DO dengan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) Tanggal 15 Agustus 2018	4-21
Gambar 4.19 Perbandingan Pemodelan DO dengan K_a dari Churchill (1962) Tanggal 15 Agustus 2018.....	4-22
Gambar 4.20 Perbandingan Pemodelan DO dengan K_a dari Owens (1964) Tanggal 15 Agustus 2018	4-22
Gambar 4.21 Perbandingan Pemodelan BOD dengan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) Tanggal 15 Agustus 2018	4-24
Gambar 4.22 Perbandingan Pemodelan BOD dengan K_a dari Churchill (1962) Tanggal 15 Agustus 2018.....	4-25
Gambar 4.23 Perbandingan Pemodelan BOD dengan K_a dari Owens (1964) Tanggal 15 Agustus 2018.....	4-25

Gambar 4.24 Laju Konsentrasi DO Tanggal 15 Agustus 2018	4-26
Gambar 4.25 Laju Konsentrasi BOD Tanggal 15 Agustus 2018.....	4-27
Gambar 4.26 Perbandingan Pemodelan DO dengan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) Tanggal 21 Agustus 2018.....	4-29
Gambar 4.27 Perbandingan Pemodelan DO dengan K_a dari Churchill (1962) Tanggal 21 Agustus 2018	4-30
Gambar 4.28 Perbandingan Pemodelan DO dengan K_a dari Owens (1964) Tanggal 21 Agustus 2018.....	4-30
Gambar 4.29 Perbandingan Pemodelan BOD dengan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) Tanggal 21 Agustus 2018.....	4-32
Gambar 4.30 Perbandingan Pemodelan BOD dengan K_a dari Churchill (1962) Tanggal 21 Agustus 2018	4-33
Gambar 4.31 Perbandingan Pemodelan BOD dengan K_a dari Owens (1964) Tanggal 21 Agustus 2018	4-33
Gambar 4.32 Laju Konsentrasi DO Tanggal 21 Agustus 2018	4-34
Gambar 4.33 Laju Konsentrasi BOD Tanggal 21 Agustus 2018.....	4-35
Gambar 4.34 Perbandingan Pemodelan DO dengan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) Tanggal 27 Agustus 2018.....	4-37
Gambar 4.35 Perbandingan Pemodelan DO dengan K_a dari Churchill (1962) Tanggal 27 Agustus 2018	4-38
Gambar 4.36 Perbandingan Pemodelan DO dengan K_a dari Owens (1964) Tanggal 27 Agustus 2018.....	4-38
Gambar 4.37 Perbandingan Pemodelan BOD dengan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) Tanggal 27 Agustus 2018.....	4-40
Gambar 4.38 Perbandingan Pemodelan BOD dengan K_a dari Churchill (1962) Tanggal 27 Agustus 2018	4-41
Gambar 4.39 Perbandingan Pemodelan BOD dengan K_a dari Owens (1964) Tanggal 27 Agustus 2018	4-41
Gambar 4.40 Laju Konsentrasi DO Tanggal 27 Agustus 2018	4-42
Gambar 4.41 Laju Konsentrasi BOD Tanggal 27 Agustus 2018.....	4-43
Gambar 4.42 Perbandingan MAE Parameter DO	4-44
Gambar 4.43 Perbandingan RMSE Parameter DO	4-45

Gambar 4.44 Perbandingan MAE Parameter BOD.....	4-45
Gambar 4.45 Perbandingan RMSE Parameter BOD.....	4-46

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Rentang Nilai dari Hasil Pengujian Saluran Irigasi Cibarani	3-2
Tabel 3.2	Hasil Pengujian Saluran Irigasi Cibarani 8 Febuari 2018.....	3-3
Tabel 3.3	Hasil Pengujian Saluran Irigasi Cibarani 9 Febuari 2018.....	3-3
Tabel 3.4	Hasil Pengujian Saluran Irigasi Cibarani 15 Agustus 2018.....	3-3
Tabel 3.5	Hasil Pengujian Saluran Irigasi Cibarani 21 Agustus 2018.....	3-4
Tabel 3.6	Hasil Pengujian Saluran Irigasi Cibarani 27 Agustus 2018.....	3-4
Tabel 4.1	Perbandingan Nilai H Hasil Pengamatan Dengan Hasil Numerik.....	4-1
Tabel 4.2	Skenario Pengujian Pemodelan Kualitas Air	4-3
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan K_a untuk Setiap Tanggal Pengamatan	4-4
Tabel 4.4	Hasil Pemodelan DO dengan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) Tanggal 8 Febuari 2018.....	4-5
Tabel 4.5	Hasil Pemodelan DO dengan K_a dari Churchill (1962) Tanggal 8 Febuari 2018	4-5
Tabel 4.6	Hasil Pemodelan DO dengan K_a dari Owens (1964) Tanggal 8 Febuari 2018	4-5
Tabel 4.7	Hasil Pemodelan BOD dengan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) Tanggal 8 Febuari 2018.....	4-8
Tabel 4.8	Hasil Pemodelan BOD dengan K_a dari Churchill (1962) Tanggal 8 Febuari 2018	4-8
Tabel 4.9	Hasil Pemodelan BOD dengan K_a dari Owens (1964) Tanggal 8 Febuari 2018	4-8
Tabel 4.10	Hasil Pemodelan DO dengan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) Tanggal 9 Febuari 2018.....	4-12
Tabel 4.11	Hasil Pemodelan DO dengan K_a dari Churchill (1962) Tanggal 9 Febuari 2018	4-12
Tabel 4.12	Hasil Pemodelan DO dengan K_a dari Owens (1964) Tanggal 9 Febuari 2018	4-13
Tabel 4.13	Hasil Pemodelan BOD dengan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) Tanggal 9 Febuari 2018.....	4-15

Tabel 4.14 Hasil Pemodelan BOD dengan K_a dari Churchill (1962) Tanggal 9 Febuari 2018	4-15
Tabel 4.15 Hasil Pemodelan BOD dengan K_a dari Owens (1964) Tanggal 9 Febuari 2018	4-16
Tabel 4.16 Hasil Pemodelan DO dengan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) Tanggal 15 Agustus 2018	4-20
Tabel 4.17 Hasil Pemodelan DO dengan K_a dari Churchill (1962) Tanggal 15 Agustus 2018	4-20
Tabel 4.18 Hasil Pemodelan DO dengan K_a dari Owens (1964) Tanggal 15 Agustus 2018	4-21
Tabel 4.19 Hasil Pemodelan BOD dengan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) Tanggal 15 Agustus 2018	4-23
Tabel 4.20 Hasil Pemodelan BOD dengan K_a dari Churchill (1962) Tanggal 15 Agustus 2018	4-23
Tabel 4.21 Hasil Pemodelan BOD dengan K_a dari Owens (1964) Tanggal 15 Agustus 2018	4-24
Tabel 4.22 Hasil Pemodelan DO dengan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) Tanggal 21 Agustus 2018	4-28
Tabel 4.23 Hasil Pemodelan DO dengan K_a dari Churchill (1962) Tanggal 21 Agustus 2018	4-28
Tabel 4.24 Hasil Pemodelan DO dengan K_a dari Owens (1964) Tanggal 21 Agustus 2018	4-29
Tabel 4.25 Hasil Pemodelan BOD dengan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) Tanggal 21 Agustus 2018	4-31
Tabel 4.26 Hasil Pemodelan BOD dengan K_a dari Churchill (1962) Tanggal 21 Agustus 2018	4-31
Tabel 4.27 Hasil Pemodelan BOD dengan K_a dari Owens (1964) Tanggal 21 Agustus 2018	4-32
Tabel 4.28 Hasil Pemodelan DO dengan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) Tanggal 27 Agustus 2018	4-36
Tabel 4.29 Hasil Pemodelan DO dengan K_a dari Churchill (1962) Tanggal 27 Agustus 2018	4-36

Tabel 4.30 Hasil Pemodelan DO dengan K_a dari Owens (1964) Tanggal 27 Agustus 2018.....	4-37
Tabel 4.31 Hasil Pemodelan BOD dengan K_a dari O'Connor & Dobbins (1958) Tanggal 27 Agustus 2018.....	4-39
Tabel 4.32 Hasil Pemodelan BOD dengan K_a dari Churchill (1962) Tanggal 27 Agustus 2018	4-39
Tabel 4.33 Hasil Pemodelan BOD dengan K_a dari Owens (1964) Tanggal 27 Agustus 2018.....	4-40
Tabel 4.34 Perbandingan Hasil Penyimpangan Pemodelan DO	4-44
Tabel 4.35 Perbandingan Hasil Penyimpangan Pemodelan BOD	4-44
Tabel 4.36 Rentang Nilai Hasil Perhitungan Koefisien Dispersi.....	4-47

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 TABEL SEGMENT SALURAN.....	L1-1
LAMPIRAN 2 TABEL NILAI KOEFISIEN MANNING	L2-1
LAMPIRAN 3 TABEL HASIL NUMERIK PEMODELAN SALURAN.....	L3-1
LAMPIRAN 4 TABEL HASIL PERHITUNGAN KOEFISIEN DISPERSI..	L4-1
LAMPIRAN 5 TABEL KRITERIA MUTU AIR.....	L5-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Sebagian besar aktivitas manusia yang menggunakan air akan menghasilkan limbah. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan air, kuantitas air limbah yang dihasilkan dan beban pencemaran secara keseluruhan terus meningkat di seluruh dunia. Hal tersebut menjadi masalah yang besar karena secara global, dapat diperkirakan bahwa 80% dari semua air limbah tersebut hanya akan dibuang begitu saja, tanpa diolah terlebih dahulu. Air limbah yang tidak diolah tersebut akan berdampak pada seluruh sistem jaringan air yang menerima air dari limbah cair tersebut (WWAP, 2017).

Masalah pencemaran air yang berasal dari limbah cair juga dijumpai di Indonesia, salah satu contoh kasusnya adalah pada Saluran Irigasi Cibarani, Bandung, Jawa Barat. Saluran Irigasi Cibarani merupakan saluran irigasi yang mengambil air dari Sungai Cikapundung lalu melintas melalui Kecamatan Cidadap hingga bermuara kembali di Sungai Cikapundung (Kecamatan Taman Sari). Berdasarkan survei pada tanggal 13 Agustus 2018, saluran tersebut sudah tidak berfungsi sebagai saluran irigasi melainkan sudah menjadi saluran pembuangan limbah. Hal ini diakibatkan dari warga sekitar yang menggunakan saluran tersebut sebagai tempat membuang limbah mereka dengan jumlah yang tidak dikontrol. Limbah yang dibuang berupa sabun, kotoran manusia, dan kotoran hewan.

Studi mengenai pemodelan kualitas air pada Saluran Irigasi Cibarani telah dilakukan oleh Trisnojoyo (2017). Studi tersebut dalam pemodelannya menggunakan persamaan dispersi dari Fischer (1956) dan persamaan reaerasi dari O'Connor dan Dobbins (1958). Dari hasil studi tersebut ditemukan bahwa total beban limbah organik (BOD) yang dibawa melalui saluran tersebut adalah sebesar 14,82 mg/l. Saluran tersebut juga tidak memenuhi baku mutu kelas II karena kandungan DO kurang dari 4 mg/l dan kandungan BOD melebihi 3 mg/l. Untuk mengatasi masalah pada studi terdahulu disarankan menggunakan beberapa

alternatif seperti menaikkan debit inflow, membangun IPAL, dan limbah yang masuk harus mengikuti standar buangan (Trisnojoyo, 2017).

Pada studi ini akan dilakukan pengujian serupa dimana titik pengamatan diperpanjang dari Saluran Irigasi Cibarani (Kecamatan Cidadap) sampai dengan pembuangan terakhir di Sungai Cikapundung (Kecamatan Taman Sari). Dengan memperpanjang titik pengamatan, diharapkan akan meningkatkan tingkat akurasi pemodelan distribusi polutan sepanjang saluran tersebut. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 15 Agustus 2018, 21 Agustus 2018, dan 27 Agustus 2018. Kemudian digunakan pula data pendukung dari laboratorium Teknik Sumber Daya Air UNPAR tanggal 8 Februari 2018 dan 9 Februari 2019 untuk meningkatkan tingkat akurasi.

Dalam pemodelan kualitas air terdapat berbagai macam persamaan empirik untuk menentukan koefisien dispersi dan reaerasi. Persamaan yang paling banyak digunakan saat ini dalam mengestimasi koefisien dispersi dan juga koefisien reaerasi adalah persamaan dispersi dari Seo & Cheong (1998) dan persamaan reaerasi dari O'Connor and Dobbins (1958). Namun sampai saat ini, persamaan-persamaan untuk menentukan nilai koefisien dispersi dan koefisien reaerasi merupakan persamaan empirik yang didapat berdasarkan data dari sungai yang berbeda-beda. Sehingga ada kemungkinan persamaan-persamaan yang digunakan tidak sesuai bila digunakan pada saluran yang kecepatan dan dimensinya lebih kecil dibandingkan dengan sungai. (Kashefipour dan Falconer, 2001).

Hingga saat ini belum ada literatur yang membahas tentang kombinasi persamaan dispersi dan reaerasi yang terbaik untuk saluran. Oleh sebab itu, persamaan-persamaan empirik koefisien dispersi dan koefisien reaerasi tersebut akan diuji akurasinya untuk menentukan kombinasi persamaan yang sesuai untuk kondisi Saluran Irigasi Cibarani. Persamaan tersebut akan dimodelkan secara satu dimensi dengan menggunakan piranti lunak *Hydrologic Engineering Center's River Analysis System* (HEC-RAS). Pemilihan kombinasi persamaan koefisien dispersi dan koefisien reaerasi ditentukan oleh besarnya penyimpangan hasil pemodelan terhadap hasil dari data pengamatan dengan metode statistik *Mean Absolute Error* (MAE) dan *Root Mean Square Error* (RMSE).

1.2 Inti Permasalahan

Persamaan untuk menentukan koefisien dispersi dan koefisien reaerasi saat ini merupakan persamaan empiris yang didapat dari data sungai yang berbeda-beda, sehingga ada kemungkinan persamaan-persamaan yang digunakan tidak sesuai bila digunakan pada saluran irigasi yang kecepatan dan dimensinya lebih kecil dibandingkan dengan sungai. Hingga saat ini belum ada literatur yang membahas kombinasi persamaan koefisien dispersi dan persamaan koefisien reaerasi terbaik untuk saluran.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari studi ini adalah untuk menentukan kombinasi persamaan empiris koefisien dispersi dan koefisien reaerasi yang sesuai untuk kondisi Saluran Irigasi Cibarani. Pemilihan kombinasi yang sesuai dilakukan dengan cara mengevaluasi hasil penyimpangan pemodelan koefisien dispersi dan koefisien reaerasi terhadap hasil pengamatan sepanjang saluran dengan menggunakan piranti lunak HEC-RAS.

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dari penelitian ini adalah:

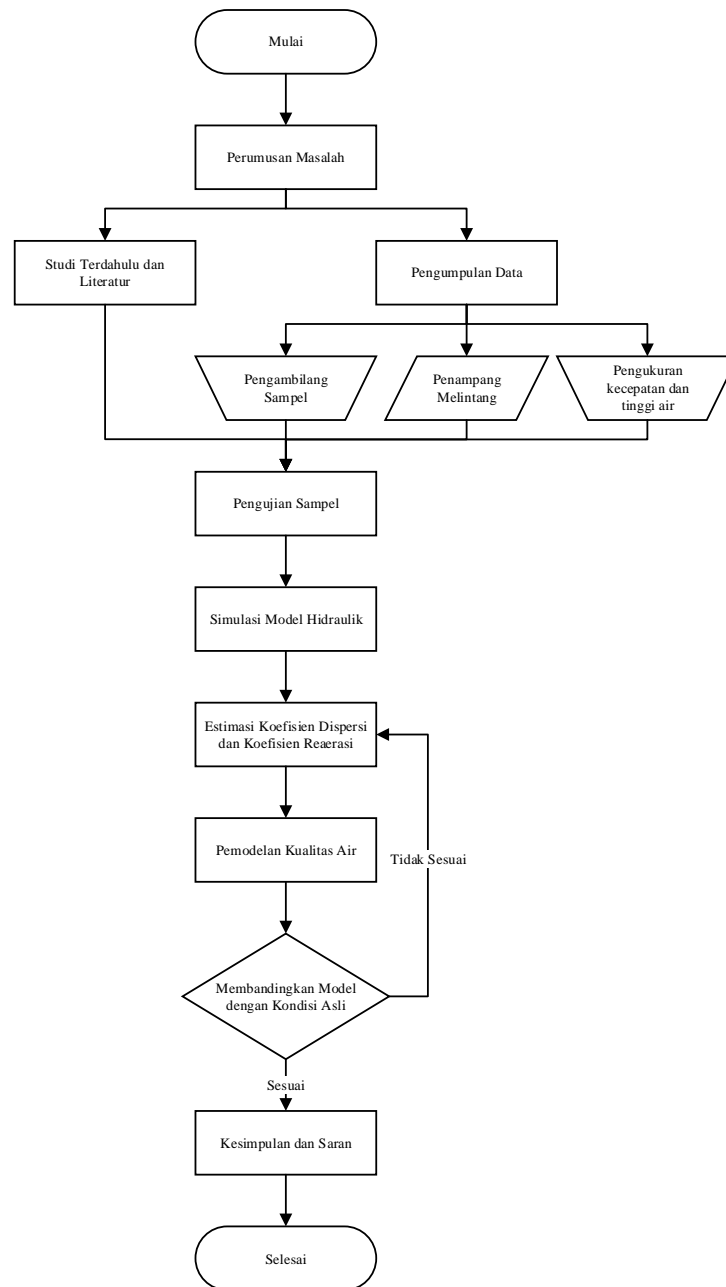
1. Daerah yang ditinjau adalah dari pintu air Saluran Irigasi Cibarani (Kecamatan Cidadap) sampai saluran *outfall* di Sungai Cikapundung (Kecamatan Taman Sari).
2. Waktu pengambilan sampel adalah tanggal 15 Agustus 2018, 21 Agustus 2018, 27 Agustus 2018, dan digunakan data pada musim hujan tanggal 8 Febuari 2018 dan 9 Febuari 2018 dari laboratorium UNPAR sebagai pembanding.
3. Dari enam persamaan koefisien dispersi, empat diantaranya yang digunakan untuk pemodelan adalah persamaan McQuivey & Keefer (1974), Fischer (1975), Koussis dan Rodriguez-Mirasol (1998), dan Seo dan Cheong (1998).
4. Nilai BOD yang digunakan berasal dari korelasi antara BOD dan COD.
5. Parameter yang ditinjau adalah DO dan BOD.

1-4

6. Sedimentasi tidak ditinjau, karena tidak dilakukannya pengukuran sedimen.

1.5 Metodologi Penelitian

Studi ini dimulai dari perumusan masalah terkait transportasi polutan dalam air sesuai dengan studi pustaka dari literatur *Environmental Engineering*, pemodelan HEC-RAS, dan studi-studi terdahulu. Selain itu, dilakukan juga pengumpulan data dengan cara mengambil sampel air, mengukur kecepatan air, dan pengukuran tinggi muka air. Kemudian pengujian penyimpangan kombinasi persamaan koefisien dispersi dan koefisien reaerasi terhadap hasil pengamatan dianalisis. Diagram alir metodologi penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1 Diagram Alir Studi

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan studi ini adalah:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan analisis, pembatasan masalah, sistematika penulisan, dan bagan alir penelitian.

BAB 2 DASAR TEORI

Bab ini menguraikan mengenai permasalahan kualitas air, persamaan hidraulik pada program HEC-RAS, kualitas air pada piranti lunak HEC-RAS, parameter kualitas air, koefisien deoksigenasi, koefisien reaerasi, koefisien dispersi, *Mean Absolute Error* (MAE), dan *Root Mean Square Error* (RMSE).

BAB 3 KONDISI DAERAH STUDI

Bab ini menguraikan mengenai kondisi daerah sekitar Saluran Irigasi Cibarani (Kecamatan Cidadap) sampai saluran *outfall* di Sungai Cikapundung (Kecamatan Taman Sari).

BAB 4 ANALISIS MASALAH

Bab ini menganalisis hasil penyimpangan setiap kombinasi persamaan koefisien dispersi dan koefisien reaerasi dengan membandingkan hasil pemodelan dan hasil observasi menggunakan piranti lunak HEC-RAS.

BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan mengenai suatu simpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan dan saran yang didapat dari hasil simpulan.