

SKRIPSI

**PEMODELAN PARAMETER KUALITAS AIR SUNGAI
CIKAKEMBANG AKIBAT BUANGAN LIMBAH
INDUSTRI MENGGUNAKAN QUAL2KW**



**MUHAMMAD RAUL ZAHUAN WIRYAWARDHANA
NPM : 6102001137**

PEMBIMBING: Doddi Yudianto, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Finna Fitriana, S.T., M.S.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JULI 2024**

UNDERGRADUATE THESIS

**MODELING OF CIKAKEMBANG RIVER WATER
QUALITY PARAMETERS DUE TO INDUSTRIAL
WASTE DISCHARGE USING QUAL2KW**



**MUHAMMAD RAUL ZAHUAN WIRYAWARDHANA
NPM :6102001137**

ADVISOR: Doddi Yudianto, Ph.D.

CO-ADVISOR : Finna Fitriana, S.T., M.S.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JULY 2024**

SKRIPSI

**PEMODELAN PARAMETER KUALITAS AIR SUNGAI
CIKAKEMBANG AKIBAT BUANGAN LIMBAH
INDUSTRI MENGGUNAKAN QUAL2KW**



**MUHAMMAD RAUL ZAHRAN WIRYAWARDHANA
NPM : 6102001137**

BANDUNG, 26 JULI 2024

PEMBIMBING:

KO-PEMBIMBING:

Doddi Yudianto, Ph.D.

Finna Fitriana, S.T., M.S.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JULI 2024**


SKRIPSI

PEMODELAN PARAMETER KUALITAS AIR SUNGAI CIKAKEMBANG AKIBAT BUANGAN LIMBAH INDUSTRI MENGGUNAKAN QUAL2KW



MUHAMMAD RAUL ZAHRAN WIRYAWARDHANA
NPM : 6102001137

PEMBIMBING: Doddi Yudianto, Ph.D.


25/07/2024


KO-PEMBIMBING: Finna Fitriana, S.T., M.S.


.....

PENGUJI 1: Steven Reinaldo Rusli, Ph.D.


.....

PENGUJI 2: Stephen Sanjaya, S.T., M.Sc.


25/07/2024

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JULI 2024

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhammad Raul Zahran Wiryawardhana

Tempat, tanggal lahir : Bandung, 25 Oktober 2002

NPM : 6102001137

Judul skripsi :

**PEMODELAN PARAMETER KUALITAS AIR SUNGAI
CIKAKEMBANG AKIBAT BUANGAN LIMBAH INDUSTRI
MENGUNAKAN QUAL2KW**

Dengan ini Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah benar hasil karya tulis saya sendiri dan bebas plagiat. Adapun kutipan yang tertuang sebagian atau seluruh bagian pada karya tulis ini yang merupakan karya orang lain (buku, makalah, karya tulis, materi perkuliahan, internet, dan sumber lain) telah selayaknya saya kutip, sadur, atau tafsir dan dengan jelas telah melampirkan sumbernya. Bahwa tindakan melanggar hak cipta dan yang disebut plagiat merupakan pelanggaran akademik yang sanksinya dapat berupa peniadaan pengakuan atas karya ilmiah ini dan kehilangan hak keserjanaan.

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

(Kutipan pasal 25 ayat 2 UU no. 20 tahun 2003)

Bandung, 26 Juli 2024



Muhammad Raul Zahran W.

PEMODELAN PARAMETER KUALITAS AIR SUNGAI CIKAKEMBANG AKIBAT BUANGAN LIMBAH INDUSTRI MENGUNAKAN QUAL2KW

Muhammad Raul Zahran Wirawardhana
NPM : 6102001137

Pembimbing : Doddi Yudianto, Ph.D.
Ko-Pembimbing : Finna Fitriana, S.T., M.S.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JULI 2024

ABSTRAK

Secara geografis, Sungai Cikakembang terletak di bagian hulu Sungai Citarum yang dipenuhi oleh pabrik tekstil. Buangan limbah industri tekstil yang mengandung logam berat Kromium (Cr) disertai limbah domestik dari pemukiman warga mengakibatkan pencemaran berat di sepanjang ruas Sungai Cikakembang. Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi lebih lanjut dampak buangan limbah industri terhadap kualitas air dan memberikan alternatif tindakan pengendalian pencemaran di Sungai Cikakembang. Proses studi dimulai melalui pengambilan sampel air Sungai Cikakembang pada 12 titik di sepanjang ruas sungai. Data terkumpul meliputi konsentrasi DO, BOD, COD, dan NH₃-N yang akan dimodelkan menggunakan perangkat lunak QUAL2Kw. Pengujian terhadap sampel air menunjukkan bahwa kualitas air sungai tidak memenuhi Standar Baku Mutu Air Sungai Kelas II. Pemodelan kualitas air diawali dengan menentukan besaran koefisien yang dibutuhkan. Dengan menggunakan Persamaan Jha (2003) dan Iwasa & Aya (1991) didapatkan nilai koefisien reaerasi (k_a) beserta koefisien dispersi (E_x), sedangkan nilai koefisien deoksigenasi didapatkan dari Persamaan Simpel Method (1950). Selain itu, koefisien amonifikasi dan koefisien pembusukkan disesuaikan dengan setelan *default* QUAL2Kw. Berdasarkan hasil kalibrasi, besaran konsentrasi DO, BOD, COD, dan NH₃-N buangan limbah domestik masing – masing sebesar 2.66 mg/L, 23.2 mg/L, 37.4 mg/L, dan 4 mg/L. Buangan limbah industri tekstil sendiri memiliki konsentrasi DO, BOD, dan COD masing – masing sebesar 1.75 mg/L, 25.8 mg/L, dan 82 mg/L serta konsentrasi NH₃-N sebesar 3 dan 58 mg/L. Untuk meningkatkan kualitas air Sungai Cikakembang, diperlukan alternatif pengendalian pencemaran. Melalui empat skenario yang telah disimulasikan, didapatkan skenario terbaik berupa mengestimasi besaran konsentrasi pada *inlet* limbah hingga memenuhi Standar Baku Mutu Kelas II.

Kata Kunci: limbah domestik, limbah industri tekstil, pemodelan kualitas air, QUAL2Kw, Sungai Cikakembang

MODELING OF CIKAKEMBANG RIVER WATER QUALITY PARAMETERS DUE TO INDUSTRIAL WASTE DISCHARGE USING QUAL2KW

Muhammad Raul Zahran Wirawardhana
NPM: 6102001137

Advisor : Doddi Yudianto, Ph.D.
Co-Advisor : Finna Fitriana, S.T., M.S.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
BACHELOR PROGRAM
(Accredited by SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JULY 2024

ABSTRACT

Geographically, Cikakembang River is located in the upstream part of the Citarum River, which is filled with textile factories. The discharge of textile industry effluents containing heavy metal Chromium (Cr) along with domestic waste from residential areas has resulted in severe pollution along the Cikakembang River. This study aims to further evaluate the impact of industrial effluent discharge on water quality and provide alternative pollution control measures in the Cikakembang River. The study process began with water sampling of the Cikakembang River at 12 points along the river. The collected data include the concentrations of DO, BOD, COD, and NH₃-N which will be modeled using QUAL2Kw software. Testing of water samples showed that the river water quality did not meet the Class II River Water Quality Standards. Water quality modeling begins with determining the amount of coefficients needed. By using Jha (2003) and Iwasa & Aya (1991) equations, the reaeration coefficient (k_a) and dispersion coefficient (E_x) were obtained, while the deoxygenation coefficient was obtained from the Simple Method Equation (1950). In addition, the ammonification coefficient and decay coefficient were adjusted to the default settings of QUAL2Kw. Based on the calibration results, the concentrations of DO, BOD, COD, and NH₃-N of domestic effluent were 2.66 mg/L, 23.2 mg/L, 37.4 mg/L, and 4 mg/L, respectively. The textile industry effluent discharge itself has DO, BOD, and COD concentrations of 2.66 mg/L, 23.2 mg/L, 37.4 mg/L, and 4 mg/L, respectively. The textile industry effluent discharge itself has DO, BOD, and COD concentrations of 1.75 mg/L, 25.8 mg/L, and 82 mg/L respectively and NH₃-N concentrations of 3 and 58 mg/L. To improve the water quality of Cikakembang River, alternative pollution control is needed. Through four scenarios that have been simulated, the best scenario is obtained in the form of estimating the amount of concentration at the waste inlet to meet the Class II Quality Standards.

Keywords: Cikakembang River, domestic effluent, QUAL2Kw, textile industry effluent, water quality modeling

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, karya tulis ilmiah yang berjudul “PEMODELAN PARAMETER KUALITAS AIR SUNGAI CIKAKEMBANG AKIBAT BUANGAN LIMBAH INDUSTRI MENGGUNAKAN QUAL2KW” dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan kuliah di Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Penulis mendapatkan banyak bantuan secara langsung dan tidak langsung dari berbagai pihak. Melalui prakata ini, penulis hendak menyampaikan apresiasi setinggi-tinggi secara khusus kepada :

1. Bapak Doddi Yudianto, Ph.D, selaku dosen pembimbing atas waktu, perhatian, tenaga, dan arahan selama proses bimbingan penulisan skripsi ini, serta ilmu, saran, kritik, dan semangat yang senantiasa diberikan kepada penulis.
2. Ibu Finna Fitriana, S.T., M.S., selaku dosen ko-pembimbing atas perhatian, waktu, tenaga, bimbingan, ilmu, serta semangat dalam proses pengambilan sampel di lapangan, pengujian sampel di laboratorium, serta penulisan skripsi ini.
3. Bapak Stephen Sanjaya, S.T., M.Sc. yang telah memberikan bantuan, ilmu, saran, dan semangat kepada penulis selama proses pengambilan dan pengujian sampel di laboratorium, serta penulisan skripsi ini.
4. Ibu Galuh, Pak Randy, Pak Alman, dan Pak Nanang yang telah membantu proses pengujian sampel di laboratorium selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Fandi Kusumawardhana dan Ibu Desi Destiance Riswandari selaku orangtua penulis yang senantiasa mendukung penulis melalui perhatian, doa, dan semangat.
6. Reyva Irayna yang selalu mendampingi penulis dari waktu ke waktu tanpa lelah secara langsung dan tidak langsung selama penyusunan skripsi.
7. Albert Christian Vito selaku Ketua Angkatan Teknik Sipil UNPAR Angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan selama penyusunan skripsi.

8. Gandhi, Gavriel, Gabriella, Bryant, Kendra, Jonathan, Demirel, Daffa, Imam, Anastasia, Thariq, Fahreza, Ferdine, Rafi, Matthew, Ferdinand, Tio selaku Ring 1 Himpunan Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil (HMPSTS) UNPAR 2023 yang telah memberikan dukungan selama penyusunan skripsi.
9. Teman-teman Teknik Sipil UNPAR Angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan selama penyusunan skripsi.
10. Seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan semangat kepada penulis dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Dengan penuh kerendahan hati, penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan sehingga penulis sangat berterima kasih apabila ada saran dan kritik yang disampaikan agar karya tulis ini dapat menjadi lebih baik. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat berguna bagi bidang keilmuan Teknik Sipil dan memberikan manfaat bagi orang yang membacanya.

Bandung, 26 Juli 2024

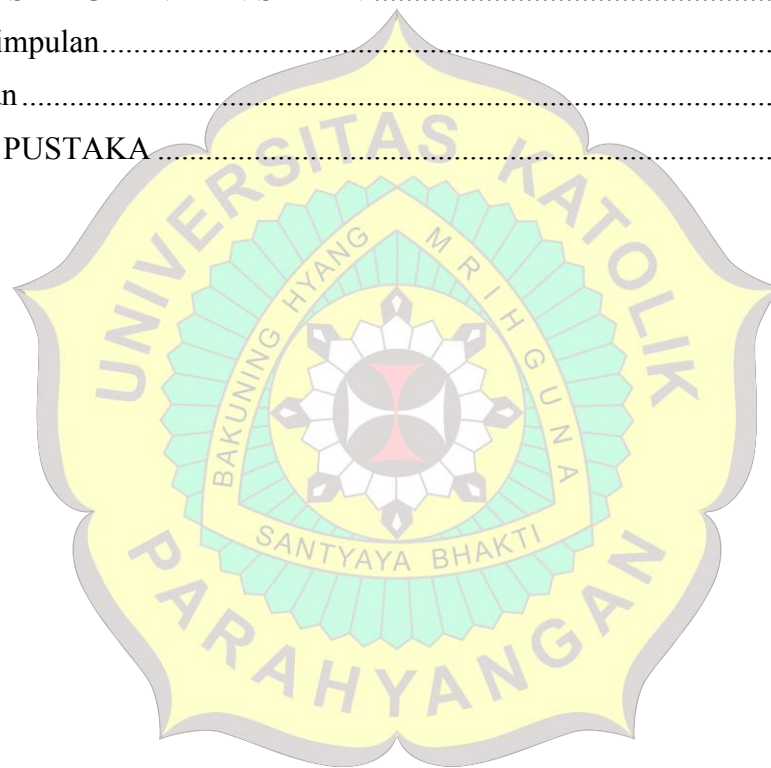
Muhammad Raul Zahran Wirawardhana

6102001137

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| LEMBAR PERNYATAAN | i |
| ABSTRAK | ii |
| ABSTRACT | iii |
| PRAKATA | iv |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR NOTASI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Inti Permasalahan | 4 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.4 Pembatasan Masalah | 5 |
| 1.5 Metodologi Penelitian | 5 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 7 |
| BAB 2 DASAR TEORI | 8 |
| 2.1 Pencemaran Air Sungai | 8 |
| 2.2 Standar Baku Mutu Air Sungai dan Limbah Industri Tekstil | 9 |
| 2.3.1 DO (<i>Dissolved Oxygen</i>) | 10 |
| 2.3.2 BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>) | 12 |
| 2.3.3 COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>) | 13 |
| 2.3.4 NH ₃ -N (Amoniak Nitrogen) | 14 |
| 2.4 Metode Neraca Massa Dalam Pemodelan Kualitas Air | 15 |
| 2.5 QUAL2Kw | 15 |
| 2.5.1 Perbandingan dengan Perangkat Lunak Lain | 16 |
| 2.5.2 Persamaan Matematis yang Digunakan | 17 |
| 2.6 Tingkat Akurasi Hasil Pemodelan | 17 |
| BAB 3 METODOLOGI STUDI | 19 |
| 3.1 Daerah Studi | 19 |
| 3.2 Pengukuran Parameter Kualitas Air | 22 |

| | |
|---|------|
| BAB 4 ANALISIS PEMODELAN KUALITAS AIR..... | 23 |
| 4.1 Data Kualitas Air..... | 23 |
| 4.2 Evaluasi Kualitas Air..... | 23 |
| 4.3 Pemodelan Hidraulik..... | 25 |
| 4.4 Pemodelan Kualitas Air..... | 28 |
| 4.4.1 Penentuan Parameter Kualitas Air..... | 28 |
| 4.4.2 Penentuan Beban Limbah Pencemar..... | 30 |
| 4.4.3 Kalibrasi Model Kualitas Air..... | 30 |
| 4.4.4 Alternatif Pengendalian Pencemaran..... | 33 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN..... | 37 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 37 |
| 5.2 Saran..... | 38 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | xiii |



DAFTAR NOTASI



| | |
|-------------------|--|
| A | : Titik Potong Kurva Terhadap Sumbu Y |
| B | : Kemiringan Kurva |
| BOD | : Kebutuhan Oksigen Biologis |
| BOD _u | : Konsentrasi BOD Ultimit Pada Sampel |
| c | : Nilai Pemodelan |
| C _i | : Konsentrasi Konstituen Pada Aliran Ke- i |
| C _R | : Konsentrasi Rata - Rata Konstituen Untuk Aliran Gabungan |
| COD | : Kebutuhan Oksigen Kimia |
| D ₀ | : Selisih Awal Konsentrasi Oksigen Pada Sampel |
| DO | : Konsentrasi Oksigen Terlarut Aktual |
| DO _{sat} | : Oksigen Terlarut Kondisi Jenuh |
| E' _i | : Koefisien Dispersi Terbesar Antara Daerah i dan i + 1 |
| E _x | : Koefisien Dispersi |
| H | : Tinggi Muka Air |
| k _a | : Koefisien Reaerasi |
| k _c | : Koefisien Dekomposisi |
| k _{COD} | : Koefisien Pembusukan |
| k _d | : Koefisien Deoksigenasi |
| L ₀ | : Konsentrasi BOD Ultimit Pada Sampel |
| m | : Jumlah Pasangan Nilai Prediksi dan Observasi |
| M _i | : Massa Konstituen Pada Aliran Ke – i |

MRE : *Mean Relative Error*

n : Jumlah Variabel Kondisi Berbeda Termasuk Kebalikan RMSE

o_{ij} : Nilai Observasi

p_{ij} : Nilai Prediksi

Q_i : Debit

S_i : Sumber Konstituen Akibat Reaksi dan Mekanisme Perpindahan Massa

S_{NH_4} : Konsentrasi Amonium

t : Waktu

u : Rata - Rata Kecepatan Aliran

U^* : Kecepatan Geser Aliran Air

V_i : Volume

v_s : Kecepatan Pengendapan

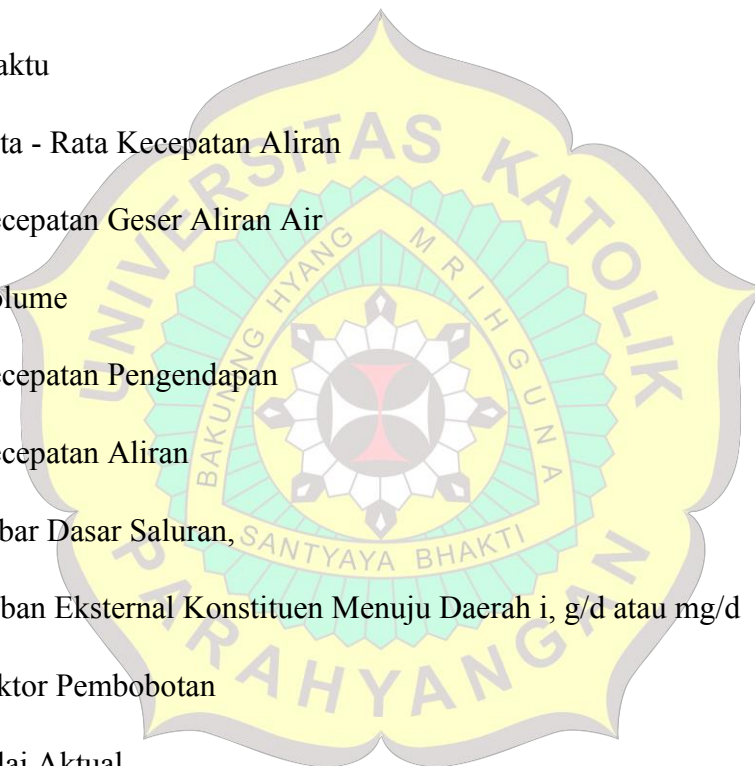
v_x : Kecepatan Aliran

W : Lebar Dasar Saluran,

W_i : Beban Eksternal Konstituen Menuju Daerah i, g/d atau mg/d

w_i : Faktor Pembobotan

x : Nilai Aktual



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1.1 Peta DAS Citarum..... | 1 |
| Gambar 1.2 Skema Titik Pengambilan Sampel..... | 4 |
| Gambar 1.3 Diagram Alir Penelitian..... | 6 |
| Gambar 3.1 Batas Daerah Studi..... | 19 |
| Gambar 3.2 Dokumentasi Titik Pengambilan Sampel..... | 20 |
| Gambar 3.3 Segmentasi DAS Cikakembang..... | 21 |
| Gambar 3.4 Skematisasi DAS Cikakembang..... | 21 |
| Gambar 4.1 Konsentrasi DO di Sepanjang Ruas Sungai..... | 24 |
| Gambar 4.2 Konsentrasi BOD di Sepanjang Ruas Sungai..... | 24 |
| Gambar 4.3 Konsentrasi COD di Sepanjang Ruas Sungai..... | 25 |
| Gambar 4.4 Konsentrasi NH ₃ - N di Sepanjang Ruas Sungai..... | 25 |
| Gambar 4.5 Elevasi Muka Air Ruas Sungai..... | 28 |
| Gambar 4.6 Kecepatan Aliran Ruas Sungai | 28 |
| Gambar 4.7 Hasil Kalibrasi Parameter DO..... | 31 |
| Gambar 4.8 Hasil Kalibrasi Parameter BOD..... | 32 |
| Gambar 4.9 Hasil Kalibrasi Parameter COD..... | 32 |
| Gambar 4.10 Hasil Kalibrasi Parameter NH ₃ – N..... | 32 |
| Gambar 4.11 Hasil Skenario Pengendalian Pencemaran Terhadap DO..... | 35 |
| Gambar 4.12 Hasil Skenario Pengendalian Pencemaran Terhadap BOD..... | 35 |
| Gambar 4.13 Hasil Skenario Pengendalian Pencemaran Terhadap COD..... | 35 |
| Gambar 4.14 Hasil Skenario Pengendalian Pencemaran Terhadap NH ₃ – N..... | 36 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Klasifikasi Mutu Air..... | 9 |
| Tabel 2.2 Baku Mutu Air dan Sejenisnya..... | 9 |
| Tabel 2.3 Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil..... | 10 |
| Tabel 2.4 Baku Mutu Air Limbah Domestik..... | 10 |
| Tabel 3.1 Jenis Pengujian Parameter Kualitas Air..... | 22 |
| Tabel 4.1 Data Konsentrasi Parameter Kualitas Air..... | 23 |
| Tabel 4.2 Nilai Koefisien Manning di Sepanjang Ruas Sungai..... | 26 |
| Tabel 4.3 Hasil Pemodelan Hidraulik Terhadap Elevasi Muka Air | 27 |
| Tabel 4.4 Hasil Pemodelan Hidraulik Terhadap Kecepatan Aliran..... | 27 |
| Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Koefisien Reaerasi (k_a)..... | 29 |
| Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Koefisien Dispersi (E_x)..... | 29 |
| Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Koefisien Deoksigenasi (k_d)..... | 30 |
| Tabel 4.8 Debit Limbah Industri dan Domestik..... | 30 |
| Tabel 4.9 Konsentrasi Parameter Limbah Industri Tekstil dan Domestik..... | 31 |
| Tabel 4.10 Bias dan <i>Relative Error</i> Parameter Kualitas Air..... | 31 |
| Tabel 4.11 Skenario Pengendalian Pencemaran..... | 34 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| LAMPIRAN 1 DATA PENAMPANG MELINTANG..... | 39 |
| LAMPIRAN 2 TABEL HASIL PEMODELAN HIDRAULIK..... | 56 |

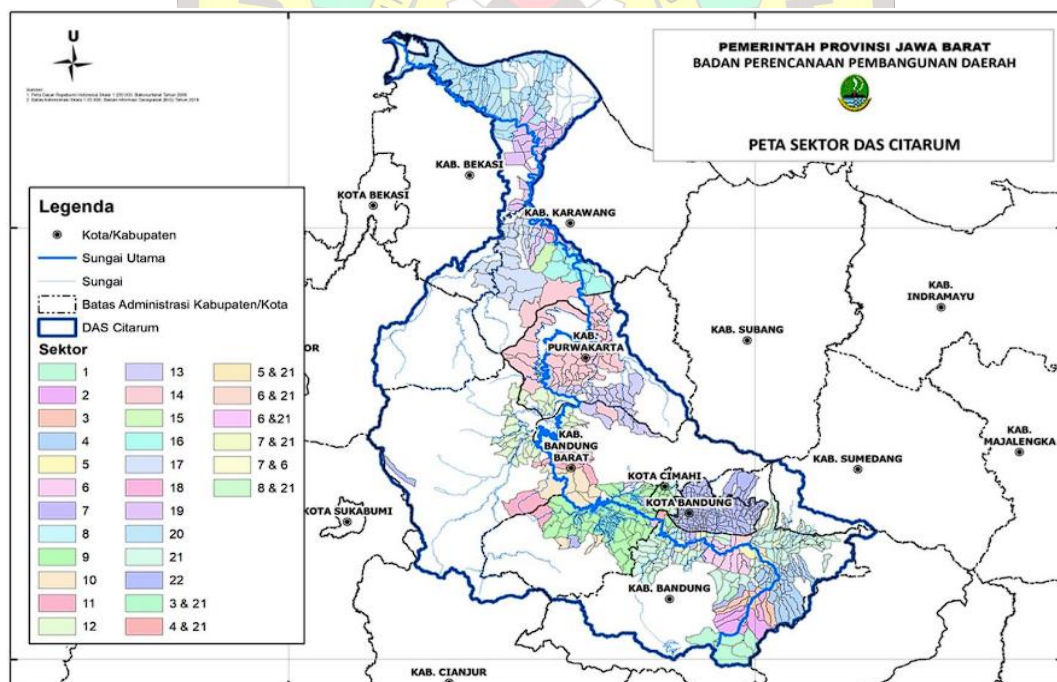


BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai Citarum merupakan sungai terpanjang di Provinsi Jawa Barat dengan panjang \pm 300 km (Kirana dkk, 2019). Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum diawali dari mata air Gunung Wayang dan diakhiri di Pantai Utara Pulau Jawa dengan disertai 105 buah anak sungai yang tersebar di berbagai tempat sebagaimana terlampir pada Gambar 1.1. Keberadaan Sungai Citarum diiringi dengan banyaknya aktivitas industri yang dilakukan di sepanjang DAS Citarum. Aktivitas tersebut menghasilkan buangan limbah yang mengakibatkan mutu air Sungai Citarum hulu tergolong dalam kelas IV atau tercemar berat (Affandi dkk, 2018). Salah satu penelitian yang dilakukan oleh *World Bank* pada tahun 2018 menobatkan Sungai Citarum sebagai sungai terkotor di dunia (Waqi & Kusumo, 2023).



Gambar 1.1 Peta DAS Citarum (Satgas PPK DAS Citarum, 2019)

Pencemaran di Sungai Citarum hulu diakibatkan oleh banyaknya pabrik tekstil, dimana jumlahnya mencapai 60 persen dari keseluruhan pabrik tekstil

nasional (DM Putra, 2016). Salah satu kawasan industri tekstil nasional yang ada di sepanjang DAS Citarum terletak di Kecamatan Majalaya, Kabupaten Bandung. Berawal dari peran Kecamatan Majalaya sebagai jalur arteri perdagangan di sepanjang Sungai Citarum hingga akhirnya diubah menjadi daratan dengan pertimbangan lokasi yang strategis (Handayani, 2019). Aktivitas industri tekstil di Kecamatan Majalaya sudah berjalan sejak abad ke-20 hingga saat ini dan masih berperan sebagai tulang punggung ekonomi masyarakat sekitar (Indriani, 2023). Keberadaan industri ini menimbulkan pencemaran lingkungan akibat buangan limbah hasil industri tekstil tanpa pengolahan yang baik. Hal ini juga diperparah dengan tingginya jumlah limbah cair industri yang dibuang setiap hari ke DAS Citarum, yaitu sebanyak 349.000 ton per hari (Satrianegara, 2018).

Bahaya buangan limbah industri tekstil berasal dari penggunaan berbagai unsur kimia. Salah satu unsur kimia yang digunakan adalah pewarna buatan yang sisanya seringkali dibuang sembarangan, unsur tersebut dapat mengakibatkan kualitas air akan memburuk melalui peningkatan konsentrasi COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), dan padatan tersuspensi (Sitanggang, 2017). Selain itu, unsur pewarna buatan juga mengandung logam berat Kromium (Cr) yang memiliki ukuran partikel besar, sehingga mudah untuk mengendap di sungai (Febrita & Roosmini, 2022). Penggunaan pewarna buatan dapat dibuktikan melalui peningkatan nilai konsentrasi COD pada aliran sungai, sehingga keduanya memiliki keterkaitan erat (Haryono, 2021). Bahaya akan limbah industri tekstil tersebut mengancam salah satu anak Sungai Citarum, yaitu Sungai Cikakembang yang masih terletak di Kecamatan Majalaya.

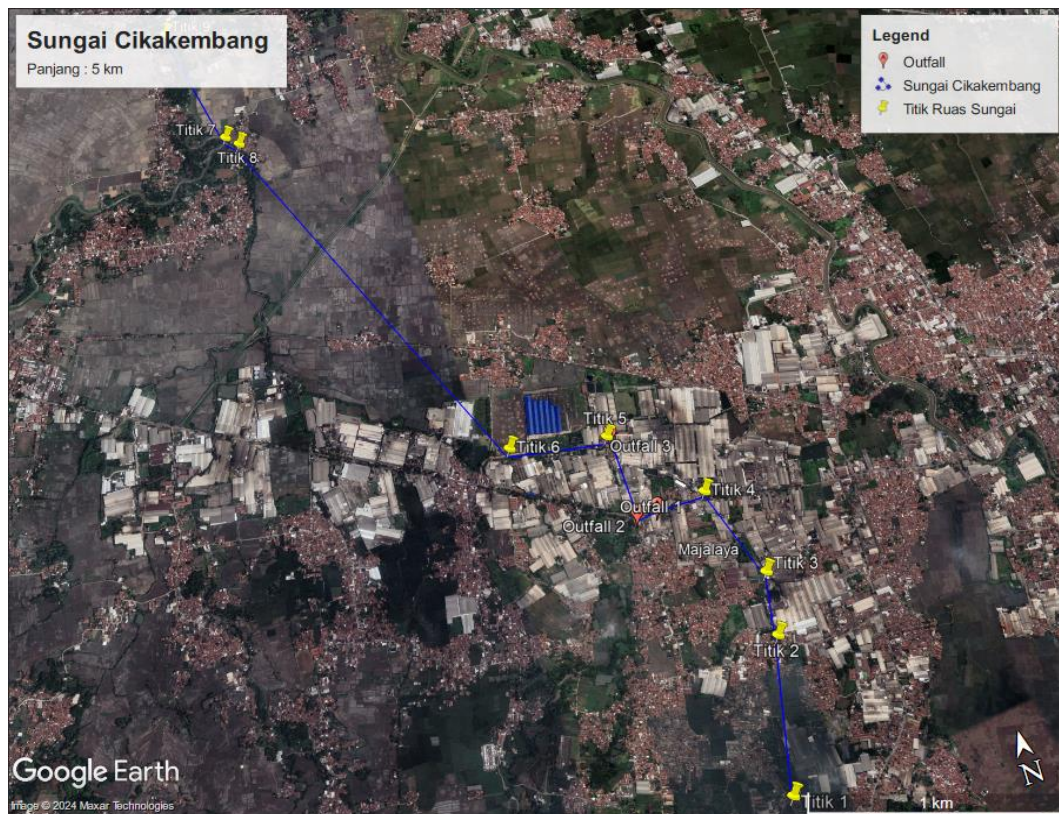
Sungai Cikakembang merupakan salah satu anak Sungai Citarum yang alirannya memisahkan dua desa di Kecamatan Majalaya, yaitu Desa Padamulya dan Sukamukti. Letak geografis Sungai Cikakembang diiringi dengan banyaknya industri tekstil yang menimbulkan pencemaran sungai (Yudianto dkk, 2023). Dampak dari kegiatan industri tekstil juga menimbulkan berbagai macam penyakit bagi masyarakat sekitar. Sebanyak 1.200 keluarga di salah satu desa Kecamatan Majalaya mengeluhkan penyakit gatal-gatal yang diakibatkan oleh penggunaan air sungai tercemar secara berkepanjangan (Rahmani, 2018). Berdasarkan studi yang dilakukan oleh (Fitriana dkk, 2022), terbukti bahwa hanya bagian paling hulu

sungai yang memenuhi standar baku mutu kelas II. Aliran menuju hilir juga menunjukkan peningkatan konsentrasi COD akibat keberadaan industri tekstil dan diperlukan analisis dampak secara lebih komprehensif melalui pemodelan kualitas air.

Pemodelan kualitas air Sungai Cikakembang dalam studi ini menggunakan perangkat lunak QUAL2Kw (*Quality 2nd Generation Model for River Water Quality*) yang menggunakan bahasa pemrograman VBA (*Visual Basic Application*) dan Fortran dengan *interface* Microsoft Excel. Kemampuan QUAL2Kw yang mampu memodelkan dampak dari pencemar anorganik (Maghfiroh, 2016) ditujukan untuk membantu menganalisis dampak buangan limbah industri tekstil. Selain itu, penggunaan QUAL2Kw dapat membantu mengestimasi nilai beban pencemaran pada setiap segmen sungai yang telah ditetapkan sebelumnya (Pohan dkk, 2016). Sejumlah parameter kimiawi seperti DO (*Dissolved Oxygen*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan NH₃-N (Amoniak Nitrogen) dapat dimodelkan dengan QUAL2Kw (Gikas, 2014) sesuai dengan tujuan studi. Studi terdahulu yang dilakukan oleh (Hobson dkk, 2015) juga menunjukkan bahwa pemodelan kualitas air dengan pengumpulan data minimalis memungkinkan untuk dilakukan dengan QUAL2Kw, sehingga dapat menghemat anggaran penelitian. Studi terkait pemodelan QUAL2Kw sudah banyak digunakan di Indonesia, salah satunya melalui (Setiawan dkk, 2018) yang mengevaluasi konsentrasi BOD dan COD di Sungai Bedog.

Studi di Sungai Cikakembang pernah dilakukan (Polisar, 2023) yang memunculkan saran penambahan titik *sampling* untuk menggambarkan kondisi sungai dari hulu ke hilir secara lebih akurat. Selain itu, keberadaan industri tekstil sebagai salah satu pencemar Sungai Cikakembang juga belum dianalisis secara lebih spesifik pada studi tersebut. Studi ini berperan sebagai lanjutan dengan tujuan meneliti dampak buangan limbah industri tekstil terhadap Sungai Cikakembang secara lebih komprehensif. Untuk mendapatkan gambaran aliran sungai bagian hulu hingga hilir secara lebih akurat dilakukan penambahan titik *sampling* menjadi 12 titik dari sebelumnya sebanyak 4 titik, skema titik pengambilan sampel terlampir pada Gambar 1.2. Analisis kualitas air didasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 (Baku Mutu Air Sungai), Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan

Kehutanan Nomor P16 Tahun 2019 (Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil), dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (PermenLHK) Nomor P68 Tahun 2016 sebagai sarana tolak ukur konsentrasi parameter yang akan dimodelkan. Pemodelan kualitas air akan berfokus pada parameter kimiawi yang mencakup DO (*Dissolved Oxygen*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan NH₃-N (Amoniak Nitrogen).



Gambar 1.2 Skema Titik Pengambilan Sampel (*Google Earth, 2024*)

1.2 Inti Permasalahan

Berdasarkan studi sebelumnya, dampak buangan limbah industri tekstil terhadap Sungai Cikakembang perlu diteliti lebih lanjut. Penggunaan unsur pewarna buatan mengakibatkan peningkatan konsentrasi berbagai parameter kualitas air di Sungai Cikakembang, khususnya COD. Hasil pemodelan kualitas air dapat memberikan alternatif tindakan pengendalian pencemaran air Sungai Cikakembang akibat aktivitas industri tekstil.

1.3 Tujuan Penelitian

Studi ini memiliki tujuan diantaranya :

1. Mengevaluasi lebih lanjut dampak buangan limbah industri tekstil terhadap kualitas air Sungai Cikakembang
2. Memberikan alternatif tindakan pengendalian untuk mengatasi pencemaran air akibat buangan limbah industri tekstil di Sungai Cikakembang berdasarkan hasil pemodelan QUAL2Kw

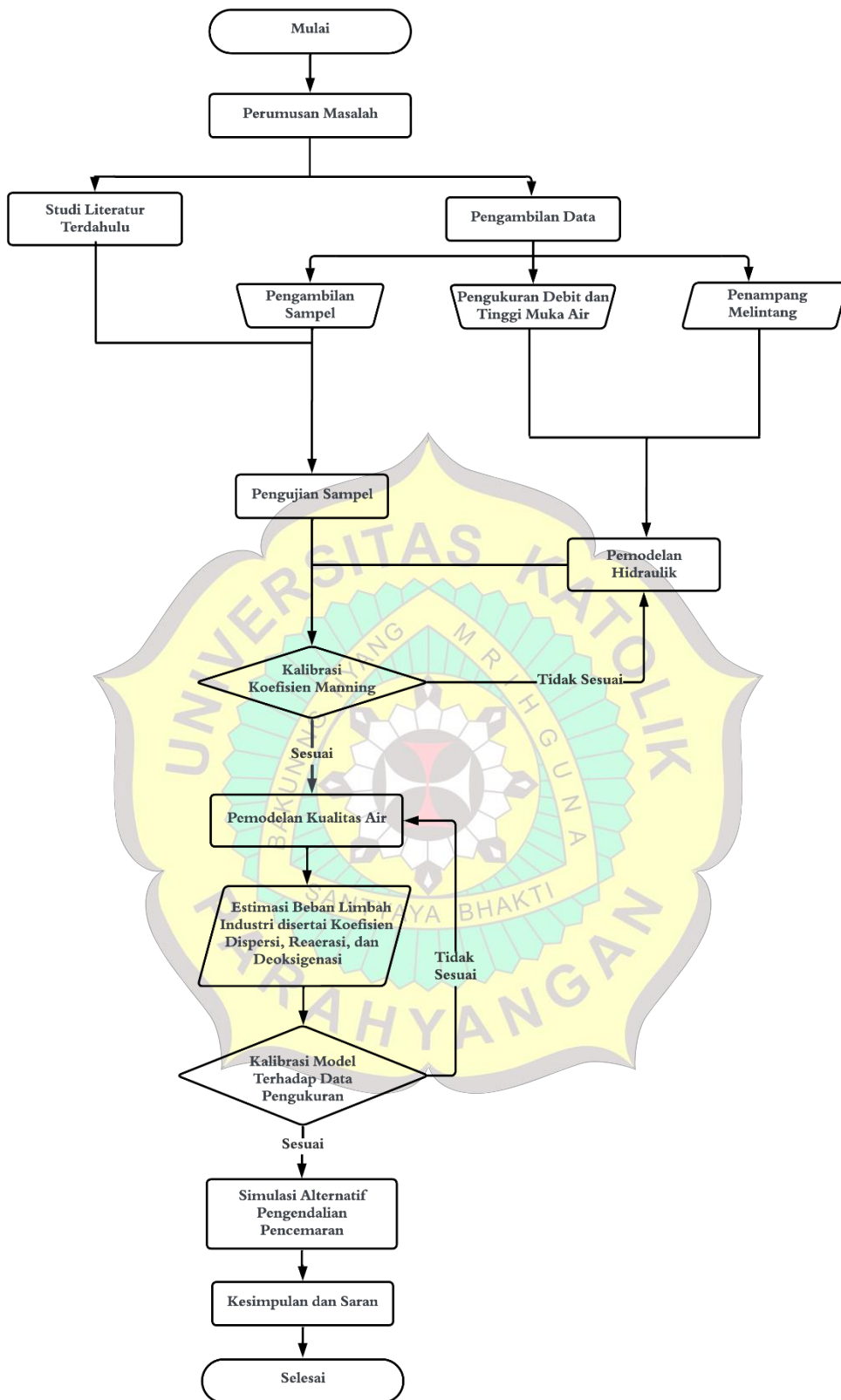
1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dari studi ini diantaranya :

1. Sungai Cikakembang dengan diwakili 12 titik sampel yang terdiri dari 9 titik di sepanjang ruas sungai dan 3 titik *outfall* pembuangan limbah industri pabrik tekstil
2. Pengambilan sampel air Sungai Cikakembang yang dilakukan sebanyak 1 kali
3. Pemutakhiran data penampang melintang pada ruas Sungai Cikakembang berdasarkan hasil survei tim analisis di lapangan
4. Parameter yang dimodelkan adalah DO, BOD, COD, dan $\text{NH}_3\text{-N}$

1.5 Metodologi Penelitian

Studi dilakukan dengan melakukan proses perumusan, pembatasan masalah, dan studi pustaka terkait pemodelan kualitas air. Perangkat lunak QUAL2Kw digunakan untuk pemodelan kualitas air dengan dikalibrasi dan divalidasi berdasarkan data lapangan, uji laboratorium, dan pemodelan hidraulik. Data yang didapatkan dari uji lapangan adalah suhu, DO, pH, ketinggian muka air, dan debit. Selain itu, uji laboratorium menghasilkan data BOD, COD, dan $\text{NH}_3\text{-N}$. Diagram alir metodologi penelitian terdapat pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3 Diagram Alir Penelitian

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan studi ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB 2 DASAR TEORI

Bab ini berisi uraian teori dari sumber literatur mengenai polusi di sungai, kualitas air, standar baku mutu kualitas air sungai dan air limbah tekstil, dan perangkat lunak QUAL2Kw

BAB 3 METODOLOGI STUDI

Bab ini mendeskripsikan kondisi daerah studi yaitu Sungai Cikakembang di Kecamatan Majalaya, Kabupaten Bandung disertai hasil pengukuran parameter kualitas air.

BAB 4 ANALISIS KUALITAS AIR

Bab ini menguraikan evaluasi kualitas air sungai, hasil analisis pemodelan parameter DO, BOD, COD, dan $\text{NH}_3\text{-N}$ menggunakan perangkat lunak QUAL2Kw terhadap data pengukuran disertai kombinasi koefisien dispersi dan reaerasi yang paling sesuai. Setelah itu, akan dibahas hasil simulasi pengendalian pencemaran pada Sungai Cikakembang.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan dan saran yang diperoleh berdasarkan kesimpulan