

**ANALISIS KUALITAS AIR DAN DAYA TAMPUNG
BEBAN PENCEMARAN SUNGAI WRATI
KABUPATEN PASURUAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk melengkapi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T)
pada Program Studi Teknik Lingkungan



Disusun oleh
AZZAH SAFIRA
H05218006

Dosen Pembimbing
Arqowi Pribadi, M.Eng.
Sulistiya Nengse, M.T.

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS
SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA**

2023

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : Azzah Safira
NIM : H05218006
FAK/PRODI : FST / Teknik Lingkungan
Angkatan : 2018

Dengan ini menyatakan bahwa tidak melakukan plagiasi dalam penulisan Tugas Akhir saya yang berjudul **“ANALISIS KUALITAS AIR DAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN SUNGAI WRATI KABUPATEN PASURUAN”** Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila dikemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia diberikan sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Surabaya, 13 Januari 2023

Yang menyatakan,


(Azzah Safira)
NIM. H05218006

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Dokumen Tugas Akhir Oleh :

Nama : AZZAH SAFIRA

NIM : H05218006

Judul Tugas Akhir : ANALISIS KUALITAS AIR DAN DAYA TAMPUNG
BEBAN PENCEMARAN SUNGAI WRATI KABUPATEN
PASURUAN

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan,

Surabaya, 14 Oktober 2022

Dosen Pembimbing 1



Arqowi Pribadi, M. Eng
NIP. 198701032014031001

Dosen Pembimbing 2



Sulistiya Nengse, MT
NIP. 199010092020122019

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas akhir oleh:

NAMA : AZZAH SAFIRA

NIM : H05218006

JUDUL : Analisis Kualitas Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Wrati
Kabupaten Pasuruan

Telah dipertahankan di depan tim penguji skripsi

Di Surabaya, 26 Oktober 2022

Mengesahkan,

Dewan Penguji

Penguji 1



Arqowi Pribadi, M. Eng

NIP. 198701032014031001

Penguji 2



Sulistiya Nengse, MT

NIP. 199010092020122019

Penguji 3



Yusrianti, MT

NIP. 198210222014032001

Penguji 4



Teguh Taruna Utama, MT

NIP. 201603319

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya



Hamdani, M.Pd

NIP. 19507312000031002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : AZZAH SAFIRA
NIM : H75219019
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : H05218006@uinsby.ac.id

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

ANALISIS KUALITAS AIR DAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN

SUNGAI WRATI KABUPATEN PASURUAN

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 13 Januari 2023

Penulis


(Azzah Safira)

Abstrak

Sungai Wрати merupakan salah satu aliran sungai di Kabupaten Pasuruan yang airnya dimanfaatkan masyarakat untuk pengairan sawah, penangkapan ikan, serta berdasarkan wawancara sungai ini digunakan untuk kegiatan mandi dan mencuci. Sungai Wрати berpotensi mengalami penurunan kualitas air karena adanya kegiatan industri, pembuangan limbah domestik dan limbah pertanian yang ada di sepanjang alirannya. Keberadaan bahan pencemar dari kegiatan di atas turut meningkatkan nilai beban pencemar yang mempengaruhi ekosistem alam dan manusia. Oleh sebab itu perlu dilakukan analisis kualitas air pada sungai tersebut mengingat sumber daya airnya masih dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar dalam kegiatan sehari-hari. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan menganalisis kualitas air, mengetahui dan menganalisis daya tampung beban pencemar di Sungai Wрати Kabupaten Pasuruan. Analisis kualitas air dilakukan dengan menerapkan metode Indeks Pencemar (IP), STORET, dan *Canadian Council Of Ministers The Environment* (CCME). Hasil analisis dari ketiga metode ini akan dibandingkan sehingga diketahui kualitas air Sungai Wрати yang lebih spesifik. Pengambilan sampel air dilakukan pada empat titik dengan parameter uji terdiri dari TDS, TSS, temperatur, warna, DO, BOD, COD, pH, dan fosfat. Berdasarkan data analisis di laboratorium, diketahui beberapa parameter kualitas air dan daya tampung beban pencemar tidak memenuhi baku mutu air sungai yaitu temperatur dan COD pada titik 1, 2, dan 3A parameter TSS pada titik 1A dan 4, parameter BOD dan fosfat pada semua titik. Adapun hasil analisis dengan metode IP menyatakan bahwa titik 1 hingga 4 termasuk ke dalam tercemar ringan, metode STORET menunjukkan bahwa titik 1 dan 2 tercemar berat titik 3 dan 4 tercemar sedang, metode CCME menunjukkan titik 1 hingga 4 kurang baik (*marginal*).

Kata kunci: Sungai, kualitas air, beban pencemar

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Abstract

The Wрати River is one of the rivers in Pasuruan Regency whose water is used by the community for irrigating rice fields, fishing, and based on interviews this river is used for bathing and washing activities. The Wрати River has the potential to experience a decrease in water quality due to industrial activities, disposal of domestic waste and agricultural waste along its flow. The existence of contaminants from the above activities also increases the value of the pollutant load that affects natural ecosystems and humans. Therefore it is necessary to analyze the quality of the water in the river considering that the water resources are still used by the local community in their daily activities. This research was conducted to determine and analyze water quality, determine and analyze the pollutant load capacity in the Wрати River, Pasuruan Regency. Water quality analysis was carried out by applying the Pollutant Index (IP), STORET, and Canadian Council Of Ministers The Environment (CCME) methods. The results of the analysis of these three methods will be compared so that the more specific water quality of the Wрати River is known. Water sampling was carried out at four points with test parameters consisting of TDS, TSS, temperature, color, DO, BOD, COD, pH, and phosphate. Based on analysis data in the laboratory, it is known that several parameters of water quality and pollutant load capacity do not meet river water quality standards, namely temperature and COD at points 1, 2, and 3A, TSS parameters at points 1A and 4, BOD and phosphate parameters at all points. The results of the analysis using the IP method state that points 1 to 4 are classified as lightly polluted, the STORET method shows that points 1 and 2 are heavily polluted, points 3 and 4 are moderately polluted, the CCME method shows points 1 to 4 as unfavorable (marginal).

Keywords: River, water quality, pollutant load

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
HALAMAN MOTTO	vii
KATA PENGANTAR.....	xi
Abstrak.....	xiii
Abstract.....	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR GAMBAR.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sungai.....	5
2.2 Baku Mutu Air Sungai	5
2.3 Pencemaran Air	7
2.4 Sumber Pencemaran Air.....	7
2.5 Parameter Air	9
2.5.1 Parameter Fisik.....	10

2.5.2 Parameter Kimia.....	11
2.5.3 Karakteristik Biologi	13
2.6 Analisis Kualitas Air	13
2.7 Titik Pengambilan Air Sampel.....	14
2.8 Perhitungan Debit.....	14
2.9 Perhitungan Debit.....	15
2.9.1 Menghitung Penampang Basah Sungai	16
2.9.2 Mengukur Kedalaman Sungai	16
2.9.2 Mengukur Kedalaman Sungai	17
2.9.3 Mengukur Kecepatan Arus.....	17
2.9.4 Mengukur Debit Aliran	18
2.9.4 Mengukur Debit Aliran	19
2.10 Metode Indeks Pencemaran (IP)	19
2.11 Metode Storage and Retrieval (STORET)	21
2.12 Metode Canadian Council of Ministers of The Environment (CCME)	22
2.13 Daya Tampung Beban Pencemaran	25
2.14 Integrasi Keislaman	26
2.15 Penelitian Terdahulu.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	41
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	41
3.2 Kerangka Penelitian	43
3.3 Tahap Penelitian	44
3.3.1 Kerangka Penelitian	44
3.3.3 Pengumpulan Data	45
3.3.4 Pengambilan Sampel	46
3.3.4 Analisis Data	47

3.3.5 Pengolahan Data dan Penyusunan Laporan	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Titik Pengambilan Sampel	49
4.2 Pengukuran Debit	53
4.3 Kualitas Air Sungai	65
4.3.1 Temperatur	66
4.3.2 Parameter Total Dissolved Solid (TDS).....	67
4.3.3 Total Suspended Solid (TSS)	69
4.3.4 Warna	70
4.3.5 Derajat Keasaman (pH)	71
4.3.6 Dissolved Oxygen (DO).....	73
4.3.7 Biological Oxygen Demand (BOD).....	74
4.3.8 Chemical Oxygen Demand (COD)	76
4.3.9 Fosfat	77
4.4 Perhitungan Kualitas Air Sungai dengan Metode Indeks Pencemaran (IP)....	79
4.5 Perhitungan Kualitas Air Sungai dengan Metode Storage and Retrieval (STORET)	86
4.6 Perhitungan Kualitas Air Sungai dengan Metode Canadian Council of Ministers of The Environment (CCME)	91
4.7 Perbandingan Metode IP, STORET, dan CCME	96
4.8 Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Wrati	99
BAB V KESIMPULAN	121
5.1 Kesimpulan.....	121
5.2 Saran	122
DAFTAR PUSTAKA	123
LAMPIRAN.....	128

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Metode Pengumpulan Data	45
Tabel 3. 2 Alat yang Diperlukan pada Kegiatan Sampling	46
Tabel 3. 1 Metode Pengumpulan Data	45
Tabel 3. 2 Alat yang Diperlukan pada Kegiatan Sampling	46
Tabel 4. 1 Jarak Antara Titik Sampling	49
Tabel 4. 2 Lebar Sungai Titik 1-4	53
Tabel 4. 3 Data Pengukuran Debit Titik 1	55
Tabel 4. 4 Data Pengukuran Debit Titik 2	58
Tabel 4. 5 Data Pengukuran Debit Titik 3	61
Tabel 4. 6 Data Pengukuran Debit Titik 4	64
Tabel 4. 7 Nilai Parameter Temperatur	66
Tabel 4. 8 Nilai Parameter TDS	68
Tabel 4. 9 Nilai Parameter TSS	69
Tabel 4. 10 Warna	70
Tabel 4. 11 Nilai Parameter pH	72
Tabel 4. 12 Nilai Parameter DO	73
Tabel 4. 13 Nilai Parameter BOD	74
Tabel 4. 14 Nilai Parameter COD	76
Tabel 4. 15 Nilai Parameter Fosfat	77
Tabel 4. 16 Perhitungan Indeks Pencemaran Pada Titik 1	84
Tabel 4. 17 Perhitungan Indeks Pencemaran Pada Titik 2	84
Tabel 4. 18 Perhitungan Indeks Pencemaran Pada Titik 3	84
Tabel 4. 19 Perhitungan Indeks Pencemaran Pada Titik 4	85
Tabel 4. 20 Perhitungan Metode STORET Titik 1	89
Tabel 4. 21 Perhitungan Metode STORET Titik 2	89
Tabel 4. 22 Perhitungan Metode STORET Titik 3	90
Tabel 4. 23 Perhitungan Metode STORET Titik 4	90
Tabel 4. 24 Perbandingan Sampel Air dan Baku Mutu	94
Tabel 4. 25 Perhitungan Nilai Excursion dan nse Titik 1-4	95
Tabel 4. 26 Perhitungan Nilai F1, F2, F3, CMEE Titik 1-4	95
Tabel 4. 27 Perbandingan Kualitas Air Antar Metode	97

Tabel 4. 28 Nilai Daya Tampung Beban Pencemar Parameter COD	104
Tabel 4. 29 Nilai Daya Tampung Beban Pencemar Parameter BOD	110
Tabel 4. 30 Nilai Daya Tampung Beban Pencemar Parameter TSS	115
Tabel 4. 31 Daya Tampung Beban Pencemar Parameter Fosfat	120



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Titik Pengambilan Sampel Air Sungai Berdasarkan Debit	15
Gambar 2. 2 Penampang Melintang dengan Menggunakan Penampang Tengah (<i>Mid Section</i>).....	17
Gambar 2. 3 Mengukur Kecepatan Aliran di titik 1, 2, dan 3	19
Gambar 3. 1 Peta Situasi Titik Sampling	42
Gambar 3. 2 Kerangka Pikir Penelitian.....	43
Gambar 3. 3 Diagram Alir Kegiatan Penelitian	45
Gambar 4. 1 Peta Titik Pengambilan Sampel.....	50
Gambar 4. 2 (a) Pengambilan Sampel Air; (b) Kondisi Sekitar Titik.....	51
Gambar 4. 3 (a) Pengambilan Sampel Air; (b) Kondisi Sekitar Titik 2.....	51
Gambar 4. 4 (a) Pengambilan Sampel Air; (b)Kondisi Sekitar Titik 3.....	52
Gambar 4. 5 (a) Pengambilan Sampel Air; (b), (c) Kondisi Sekitar Titik 4 ...	52
Gambar 4. 6 Diagram Nilai Parameter Temperatur	67
Gambar 4. 7 Diagram Nilai Parameter TDS	68
Gambar 4. 8 Diagram Nilai Parameter TSS	69
Gambar 4. 9 Diagram Nilai Parameter Warna	71
Gambar 4. 10 Diagram Nilai Parameter pH.....	72
Gambar 4. 11 Diagram Nilai Parameter DO	74
Gambar 4. 12 Diagram Nilai Parameter BOD	75
Gambar 4. 13 Diagram Nilai Parameter COD	77
Gambar 4. 14 Diagram Nilai Parameter DO	78

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan komponen penting berasal dari lingkungan untuk kelangsungan hidup. Air permukaan adalah sumber air tawar yang paling mudah diakses dan paling banyak dimanfaatkan di bumi. Sungai merupakan sumber air yang sangat diperlukan sebagai penyedia air yang penting untuk kehidupan manusia, dan sebagai habitat alami hewan. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 daerah aliran sungai (DAS) adalah suatu area daratan yang berupa satu kesatuan dengan sungai dan anak sungai, yang batas darat merupakan pemisah topografis dan batas pada laut hingga daerah perairan yang masih dipengaruhi aktivitas darat. Daerah aliran sungai (DAS) memiliki fungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang bersumber dari hujan menuju ke danau atau laut secara alamiah.

Sungai memiliki peran penting dalam pengembangan ekosistem perairan dan masyarakat manusia. Dalam Al-Quran telah disebutkan dalam surat QS al-Kahfi ayat 33

كَلَّمَا الْجَنَّتَيْنِ اَتَتْ اٰكُلَهَا وَلَمْ تَظَلِمْ مِنْهُ شَيْئًا وَفَجَّرْنَا خِلْفَهُمَا نَهْرًا

Artinya: kedua buah kebun tersebut menghasilkan buahnya, dan kebun itu tidak berkurang sedikitpun buahnya, dan Kami alirkan sungai pada celah-celah kedua kebun itu.

Dari ayat tersebut sungai sangat berpengaruh penting pada kehidupan manusia seperti perkebunan. Sungai juga bermanfaat untuk manusia seperti irigasi sawah dan budidaya ikan.

Sungai Wrati termasuk dalam DAS Kedunglarangan mengalir dari Kecamatan Gempol, Beji, hingga Bangil, Pasuruan. Aliran Sungai Wrati berasal dari Sungai Brantas dan daerah hilir Sungai Wrati bertemu dengan Sungai Kedunglarangan dan Bangil Tak dan mengarah ke laut. Kecamatan Gempol sendiri adalah salah satu kawasan industri utama di Kabupaten Pasuruan dengan industri besar sedang sebanyak 146 industri, sedangkan di

Desa Legok terdapat total 7 industri besar sedang (BPS Kecamatan Gempol, 2020).

Sungai Wрати menjadi tempat pembuangan limbah domestik dan hasil proses produksi industri. Aliran air Sungai Wрати melewati industri oli, sepatu, dan *packing*. Selain industri, aliran Sungai Wрати juga melewati area permukiman dan persawahan. Hasil observasi warna Sungai Wрати berwarna merah keunguan, sampah tampak mengapung di aliran sungai yang bera di area permukiman, dan terdapat tempat penimbunan sampah di pinggiran sungai yang kemudian sampah tersebut dibakar. Sungai Wрати sendiri masih dimanfaatkan masyarakat untuk mengairi sawah, menangkap ikan, berdasarkan hasil wawancara beberapa warga masih menggunakan untuk mencuci, dan mandi.

Lingkungan sungai dapat dipengaruhi oleh berbagai aktivitas manusia, menurut statistik, lebih dari 99,8% pencemaran sungai di seluruh dunia terkait dengan aktivitas manusia Vörösmarty et al. (dalam Zhao, Xiaohong et al., 2022) Aktivitas manusia yang sering terjadi seperti menggunakan pupuk dan pestisida secara berlebihan serta pembuangan air limbah. Jika banyak limbah domestik yang tidak diolah, fasilitas pengumpulan dan pengolahan limbah yang tidak baik dan berbagai kegiatan industri, dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Keberadaan polutan yang persisten di sungai juga mempengaruhi ekosistem alam dan tubuh manusia.

Beban pencemaran sungai yaitu total suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air sungai. Analisis kualitas air yang digunakan pada penelitian ini metode Indeks Pencemaran (IP), Storet, dan *Canadian Council of Ministers of The Environment* (CCME) yaitu metode yang dapat memberikan gambaran mengenai kualitas air sungai tersebut.

Berdasarkan pemaparan tersebut, perlu dilakukan analisis kualitas air Sungai Wрати untuk mengendalikan pencemaran air, melindungi sumber daya air dan menjaga kualitas sungai, penting untuk mengetahui konsentrasi pencemar. Analisis kualitas air berdasarkan hasil pengukuran terkini dan baku mutu kualitas air dengan menganalisis kualitas air sungai dengan Indeks Pencemaran (IP), Storet, dan *Canadian Council of Ministers of The*

Environment (CCME) dan menghitung beban pencemaran di Sungai Wrati. Sehingga penelitian ini akan melakukan analisis parameter fisika dan kimia dari Sungai Wrati sebagai informasi penting mengenai kondisi terkini Sungai Wrati untuk pemerintah, *stakeholder*, maupun masyarakat sekitar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kualitas air Sungai Wrati Kabupaten Pasuruan dengan metode Indeks Pencemaran (IP), Storet, dan *Canadian Council of Ministers of The Environment* (CCME)?
2. Bagaimana daya tampung beban pencemaran air Sungai Wrati Kabupaten Pasuruan?
3. Bagaimana evaluasi kualitas air di Sungai Wrati Kabupaten Pasuruan dengan metode Indeks Pencemaran (IP), Storet, dan *Canadian Council of Ministers of The Environment* (CCME).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah di atas didapatkan:

1. Menganalisis kualitas air di Sungai Wrati Kabupaten Pasuruan dengan metode Indeks Pencemaran (IP), Storet, dan *Canadian Council of Ministers of The Environment* (CCME).
2. Menganalisis daya tampung beban pencemar air di Sungai Wrati Kabupaten Pasuruan
3. Mengevaluasi kualitas air di Sungai Wrati Kabupaten Pasuruan dengan metode Indeks Pencemaran (IP), Storet, dan *Canadian Council of Ministers of The Environment* (CCME).

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut adalah manfaat dari penelitian ini:

1. Memberi informasi mengenai kualitas Sungai Wrati menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP), Storet, dan *Canadian Council of Ministers of The Environment* (CCME).

2. Memberi informasi mengenai beban pencemar Sungai Wrati.

1.5 Batasan Masalah

Berikut adalah batasan masalah dari penelitian ini:

1. Penelitian dilakukan di Sungai Wrati yang berada di sepanjang Kabupaten Pasuruan.
2. Parameter air yang diuji terdiri dari parameter fisika yaitu *Total Dissolved Solid* (TDS), *Total Suspended Solid* (TSS), temperatur, Warna dan parameter kimia yaitu *Demand Oxygen* (DO), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), pH, dan fosfat.
3. Baku mutu yang digunakan adalah Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
4. Analisis kualitas air Sungai Wrati Kabupaten Pasuruan menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP), Storet, dan *Canadian Council of Ministers of The Environment* (CCME).
5. Analisis beban pencemaran Sungai Wrati Kabupaten Pasuruan menggunakan persamaan Mitsch dan Goesselink.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai

Sungai adalah sayatan pada permukaan alami yang merupakan jalur aliran air dari hulu cekungan menuju tempat yang lebih rendah (Masrudi and Lufira, 2018) sedangkan menurut Maryono, 2014 sungai adalah jaringan pengaliran serta wadah air berawal dari mata air sungai hingga muara yang dibatasi sisi kiri dan kanan sepanjang pengalirannya dari garis sepadan. Daerah tempat sungai mengalir air merupakan daerah tangkapan hujan, pada umumnya disebut daerah tangkapan air (DAS). DAS merupakan wilayah daratan yang ditentukan oleh topografi gunung, daerah ini menyimpan air hujan dan mengalirkan ke laut melewati sungai maupun anak-anak sungai. *Catchment area* (DTA) adalah wilayah daratan yang meliputi sumber daya alam (air, tanah, dan tumbuhan) juga sumber daya manusia sebagai pengguna sumber daya alam (Masrudi and Lufira, 2018)

Sungai merupakan perairan mengalir dan terbuka yang berpotensi dapat dimasukkan semua buangan yang bersumber dari aktivitas manusia seperti buangan domestik, industri dan pertanian disekitaran sungai (Yuniarti and Biyatmoko, 2019). Air sungai biasanya memiliki derajat pengotor pengotor yang tinggi. Pada penggunaannya untuk air minum harus melewati proses panjang (Lud, 2013). Sungai merupakan ekosistem yang amat penting untuk manusia. Sungai juga sebagai penyedia air bagi manusia seperti industri, domestik maupun pertanian. Biasanya air pengeluaran dari mata air memiliki kualitas sangat baik (Hamakonda, Suharto, and Susanawati, 2019).

2.2 Baku Mutu Air Sungai

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 baku mutu air adalah ukuran kadar atau batas makhluk hidup, energi, zat, maupun komponen yang ada atau harus ada unsur pencemar yang keberadaannya ditenggang di dalam air.

Berikut merupakan pengelompokan air berdasarkan peruntukannya, terdiri dari empat kelas, yaitu:

- a. Kelas satu merupakan air yang dimanfaatkan untuk air minum, atau untuk pemanfaatan lain, yang memerlukan kualitas air yang sama untuk pemanfaatan tersebut.
- b. Kelas dua merupakan air yang dimanfaatkan untuk sarana/prasarana. Rekreasi air, mengairi tanaman, peternakan, budidaya ikan air tawar, atau kegiatan lain yang memerlukan kualitas air yang sama dengan kegiatan tersebut.
- c. Kelas tiga merupakan air yang dimanfaatkan untuk peternakan, mengairi tanaman, budidaya ikan air tawar, dan pemanfaatan lain yang membutuhkan kualitas air yang seperti itu.
- d. Kelas empat merupakan air yang dimanfaatkan untuk kegiatan penanaman dan pemanfaatan lain yang membutuhkan kualitas air kelas keempat tersebut.

Berikut merupakan tabel baku mutu beberapa parameter air sungai menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021.

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Sungai

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
1.	Temperatur	°C	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Perbedaan dengan suhu udara di atas permukaan air
2.	Padatan terlarut total (TDS)	mg/ L	1000	1000	1000	2000	Tidak berlaku untuk muara
3.	Padatan tersuspensi total (TSS)	mg/ L	40	50	100	400	
4.	Warna	Pt-Co Unit	15	50	100	-	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
5.	Derajat keasaman (pH)	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
							kondisi alaminya)
6.	Kebutuhan oksigen biokiawi (BOD)	mg/ L	2	3	6	12	
7.	Kebutuhan oksigen kimiawi (COD)	mg/ L	10	25	40	80	
8.	Oksigen terlarut (DO)	mg/ L	6	4	3	1	Batas minimum
9.	Total fosfat (sebagai P)	mg/ L	0,2	0,2	1,0	-	

Sumber: Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021

2.3 Pencemaran Air

Pencemaran air dapat didefinisikan dalam beberapa cara namun, dasar dari sebagian besar definisi membahas konsentrasi zat tertentu yang berlebihan selama periode waktu yang cukup untuk menyebabkan efek yang dapat diidentifikasi. Kualitas air merupakan istilah yang terkait dengan analisis parameter fisik, kimia, dan bakteriologis (Canter, 2018). Pencemaran yaitu masuk maupun memasukkan zat, energi, makhluk hidup, maupun komponen lainnya ke lingkungan, atau dapat pula diartikan tatanan lingkungan yang berubah karena kegiatan manusia maupun proses alamiah yang mengakibatkan turunnya kualitas lingkungan hingga tingkatan tertentu sehingga lingkungan kurang atau tidak mampu berfungsi sebagai mestinya.

Polutan atau sumber pencemar merupakan bahan yang mampu menyebabkan pencemaran pada lingkungan baik tanah, udara, air, dan tanah (Yuniarti and Biyatmoko, 2019).

2.4 Sumber Pencemaran Air

Efek dari sumber polusi terhadap kualitas air penerima bermacam-macam dan tergantung pada jenis dan konsentrasi pencemar. Organik terlarut, seperti yang ditunjukkan oleh limbah BOD yang tinggi, menyebabkan penipisan oksigen. Jejak sejumlah bahan organik tertentu menyebabkan bau yang tidak

sedap, dan beberapa mungkin akan diperbesar dalam rantai makanan akuatik. Menurut Alley, Roberts, 2007 sumber-sumber pencemaran air secara umum terdiri dari:

1. Industri

Setiap industri, di mana air yang diperoleh dari sistem pengolahan air atau sumur bersentuhan dengan suatu proses atau produk dapat menambahkan polutan ke dalam air. Air yang dihasilkan kemudian diklasifikasikan sebagai air limbah. Industri adalah salah satu sumber pencemar yang dapat berkontribusi terhadap pencemaran air karena pasokan airnya digunakan dalam suatu proses. Beberapa contoh air yang dihasilkan industri yaitu air yang digunakan untuk mengangkut produk, bahan, atau bahan kimia, air pancuran dan wastafel, air pelarut, dan sebagainya.

2. Air dari Kota

Sumber air kota non-industri biasanya sebagai berikut:

- Tempat Tinggal
- Perusahaan komersial
- Institusi (sekolah, rumah sakit, penjara, dll)
- Operasi pemerintah

Diasumsikan bahwa sumber air limbah perkotaan non-industri tidak akan mengandung polutan kecuali sebagai berikut:

- Kotoran
- Urine
- Kertas
- Sampah makanan
- Air limbah cucian
- Wastafel, pancuran, dan air mandi

Polutan di atas semuanya termasuk dalam kategori biologis dan dengan demikian dapat dengan mudah terurai. Setiap polutan non-industri lain selain yang tercantum di atas dapat bersifat fisik atau kimia, dan idealnya harus dicegah dan diolah terlebih dahulu.

3. Pertanian

Biasanya, polutan air hasil pertanian terbawa ke tempat penerima di atas atau di bawah tanah dengan terbawa arus air hujan secara periodik. Air limbah pertanian dapat berasal dari hewan atau nabati atau dari sumber nutrisi, pupuk, pestisida atau herbisida. Nutrisi atau pupuk biasanya sedikit berupa formulasi karbon, fosfor, nitrogen dan/atau trace logam. Pestisida dan herbisida akan terdiri dari bahan kimia organik yang banyak diformulasikan, dengan struktur molekul yang kompleks, dirancang untuk sangat persisten di lingkungan. Pestisida seperti Chlorodane dan Heptaklor, yang terdiri dari banyak bahan kimia organik yang berbeda, masih bisa ada di dalam tanah.

4. Sumber pencemar alami

Daerah yang tidak terpengaruh oleh aktivitas manusia masih dapat mencemari akibat limpasan air hujan, yang dapat diklasifikasikan ke dalam sumber hewani, nabati, dan tanah. Sumber polusi air hewan dan nabati dapat terurai secara alami. Sumber tanah akan terdiri dari bahan organik dan anorganik di dalam tanah.

5. Tempat Pembuangan Sampah

Tempat pembuangan sampah publik, swasta, dan industri dapat menjadi sumber polusi karena limpasan dari lindi permukaan dan bawah tanah. Peraturan TPA memerlukan perlindungan harian, namun curah hujan dapat menyebabkan pencemaran dari limpasan permukaan. Ketika air hujan merembes melalui penutup permukaan dan ke bawah melalui TPA, air pembuangan yang berpindah secara horizontal atau vertikal dari bawah TPA dikenal sebagai lindi dan dapat mencemari air permukaan atau air bawah tanah. Karena bakteri yang ada di kotoran dan di tempat pembuangan sampah bahan, akan selalu ada aktivitas biologis aerobik dan anaerobik yang terjadi di TPA.

2.5 Parameter Air

Kualitas Air dapat didefinisikan sebagai karakteristik kimia, fisik, dan biologis air, biasanya berkaitan dengan kesesuaiannya untuk tujuan tertentu.

Air dapat digunakan untuk rekreasi, minum, perikanan, pertanian atau industri. Masing-masing penggunaan yang ditentukan ini memiliki standar

kimia, fisik, dan biologis yang berbeda yang diperlukan untuk mendukung penggunaan tersebut. Misalnya, ada standar yang ketat untuk air yang digunakan untuk minum atau berenang dibandingkan dengan yang digunakan di pertanian atau industri.

2.5.1 Parameter Fisik

Beberapa parameter fisik yaitu temperatur, *total dissolved solid* (TDS), *total suspended solid* (TSS), dan warna.

1. Temperatur

Suhu diukur pada skala Fahrenheit (°F) atau Celcius (°C). Titik beku air adalah 32°F atau 0°C; titik didihnya adalah 212°F atau 100°C. Suhu air menentukan, sebagian, seberapa efisien unit proses tertentu beroperasi di pabrik pengolahan. Tingkat dimana bahan kimia larut dan bereaksi sedikit tergantung pada suhu. Air dingin umumnya membutuhkan lebih banyak bahan kimia untuk koagulasi dan flokulasi yang efisien. Air dengan suhu yang lebih tinggi dapat menyebabkan peningkatan tingkat bahan organik, seperti ganggang. Suhu berpengaruh pada pengendalian keadaan perairan. Naiknya suhu dapat menyebabkan peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme. Suhu optimum perairan berada di kisaran 20°C-30°C (Asrini, Adnyana, and Rai 2017)

2. Total Dissolved Solid (TDS)

Total Dissolved Solid (TDS), juga disebut sebagai residu yang dapat disaring total, di perairan alami terdiri dari: karbonat, natrium, klorida, bikarbonat, sulfat, kalsium, magnesium, dan kalium. Logam terlarut, bahan organik terlarut, dan zat lain juga termasuk sebagian kecil dari residu terlarut dalam air (Asrini, Adnyana, and Rai 2017). *Total*

3. Suspended Solid (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) terdiri dari lumpur, pasir halus, dan jasad-jasad renik, terutama yang disebabkan erosi atau

kikisan tanah kemudian terbawah ke badan air (Asrini, Adnyana, and Rai 2017).

4. Warna

Warna dalam air dapat dihasilkan dari adanya mineral, bahan kimia anorganik, logam (misalnya, besi dan mangan), dekomposisi bahan organik dari tanah, organisme air dan vegetasi. Masalah di air permukaan, beberapa air tanah yang mengandung besi atau mangan dan bahan organik terlarut juga dapat memiliki tingkat warna yang signifikan. Warna dalam air diklasifikasikan sebagai warna semu dan warna sejati. Warna semu termasuk warna sejati dan warna yang disebabkan oleh zat tersuspensi. Warna sejati ditentukan sebagai warna air yang kekeruhannya telah dihilangkan. Baku mutu warna air sungai

2.5.2 Parameter Kimia

Parameter kimia yang terkait dengan kandungan organik air meliputi kebutuhan oksigen biokimia (BOD), kebutuhan oksigen kimia (COD), *Dissolved Oxygen* (DO). Parameter kimia anorganik meliputi pH dan salinitas

1. pH

Derajat keasaman atau pH sangat berhubungan kuat dengan kandungan logam berat yang ada dalam sungai, semakin banyak kandungan logam berat dalam perairan maka semakin menyebabkan rendahnya nilai pH yang menjadikan kesadahan air bersifat asam, air yang termasuk ke dalam golongan asam karena bersifat bikarbonat dalam air. Derajat keasaman juga dapat disebabkan oleh aktivitas manusia maupun alamiah. Nilai pH mendekati netral (pH 7) biasanya air tersebut tidak tercemar dan sesuai untuk habitat makhluk hidup (Asrini, Adnyana, and Rai 2017).

2. *Dissolved Oxygen* (DO)

Oksigen merupakan indikator penting dalam perairan, sebab oksigen berpengaruh terhadap proses reduksi dan oksidasi bahan

anorganik dan organik yang mana dapat membantu mengurangi beban pencemar secara alamia. Kegiatan manusia seperti membuang limbah dan pertanian dan mengakibatkan penurunan nilai DO (Asrini, Adnyana, and Rai 2017). Oksigen terlarut (DO) dalam air tidak dianggap sebagai kontaminan. Umumnya, kekurangan DO di perairan alami menimbulkan masalah terbesar, khususnya peningkatan bau akibat dekomposisi anaerobik. Jumlah DO dalam air berhubungan dengan suhu dan salinitas air. Air dingin mengandung lebih banyak DO, dan air asin mengandung lebih sedikit DO. Perairan alami jarang berada dalam keseimbangan (benar-benar jenuh dengan DO). Perubahan suhu serta aktivitas kimia dan biologi semuanya menggunakan atau melepaskan oksigen, menyebabkan jumlah DO dalam air berubah terus-menerus

5. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Perairan yang memiliki nilai BOD yang tinggi merupakan indikasi bahwa perairan tersebut tercemar. Limbah organik yang bersumber dari limbah domestik, pertanian dan limbah lainnya dapat menyebabkan naiknya nilai BOD (Asrini, Adnyana, and Rai 2017).

3. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) yaitu kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi (Asrini, Adnyana, and Rai 2017).

4. Fosfat (PO_4)

Sedimen dan batuan merupakan awal dari fosfat yang masuk ke dalam air tanah dan sungai dengan bentuk ion fosfat (PO_4). Kegiatan yang dapat menghasilkan fosfat yaitu pertanian terutama penggunaan pupuk NPK dan pestisida, limbah tahu, limbah domestik, kegiatan MCK, limbah *laundry* (Asrini, Adnyana, and Rai 2017).

2.5.3 Karakteristik Biologi

Bakteri Coliform adalah beberapa spesies bakteri yang paling umum, mulai dari patogen hingga tidak berbahaya, dan banyak ditemukan di tanah dan di feses hewan berdarah panas termasuk manusia. Bakteri Coliform juga merupakan sekelompok bakteri yang ada dalam jumlah besar di wajah manusia. Yang paling terkenal dari semua bakteri coliform adalah *Escherichia coli*, atau hanya *E. coli*. *E. coli* dapat menyebabkan banyak penyakit dan kematian jika terdapat dalam daging yang tidak dimasak dengan baik, persediaan air, dan bahkan kolam renang. Tes suhu tinggi dapat digunakan untuk memisahkan organisme ini menjadi organisme yang berasal dari feses dan yang berasal dari sumber non-feses. Dalam air limbah yang benar-benar diolah, tidak boleh ada bakteri fecal coliform atau non fecal setelah desinfeksi. Semua sampel untuk uji coliform harus disimpan pada suhu 10°C sebelum pengujian, dan harus diuji dalam waktu 24 jam. Sampel harus disimpan dalam botol steril (Alley, 2007).

2.6 Analisis Kualitas Air

Menurut analisis kualitas air yaitu menganalisis kesesuaian air sebagai peruntukan tertentu dan dibandingkan dengan baku mutu air menurut kelasnya. Analisis kualitas air diperlukan terutama untuk tujuan pemantauan. Beberapa manfaat analisa kualitas air meliputi:

1. Memeriksa apakah kualitas air telah memenuhi standar, sehingga layak atau tidak untuk peruntukan yang ditetapkan.
2. Untuk memantau efisiensi suatu sistem, bekerja untuk pemeliharaan kualitas air.
3. Untuk memeriksa apakah peningkatan atau perubahan sistem yang ada diperlukan dan untuk memutuskan perubahan apa yang harus dilakukan.
4. Memantau apakah kualitas air sudah sesuai dengan ketentuan dan peraturan.

Kualitas air diketahui dengan menguji sampel air di laboratorium. Kualitas air diuji dengan menguji parameter biologi, fisika, dan kimia. Parameter

biologi seperti keberadaan bakteri, parameter fisika seperti temperatur, kekeruhan, dan parameter kimia seperti pH, dan DO (Anwariani, 2019).

2.7 Titik Pengambilan Air Sampel

Titik pengambilan sampel air dilakukan berdasarkan debit sungai yang telah diukur menggunakan SNI 8066:2015. Berikut merupakan kriteria ketentuan titik pengambilan sampel berdasarkan debit sungai:

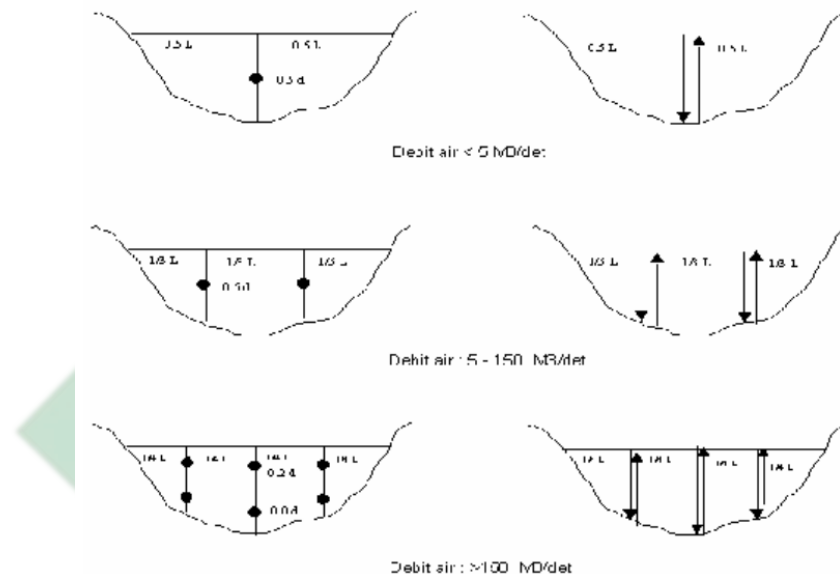
1. Jika debit sungai kurang dari $5 \text{ m}^3/\text{detik}$ titik pengambilan contoh air sampel berada di tengah dengan kedalaman 0,5 kali kedalaman sungai dari muka air, atau dapat mengambil sampel dengan cara *integrated sampler* sehingga sampel air yang didapatkan dapat merata dari permukaan hingga dasar sungai.
2. Jika debit sungai antar dari $5 \text{ m}^3/\text{detik}$ hingga $150 \text{ m}^3/\text{detik}$ titik pengambilan contoh air sampel berada di dua titik dengan kedalaman 0,5 kali kedalaman sungai dari muka air dengan jarak $1/3$ dan $2/3$ dari lebar sungai, atau dapat mengambil sampel dengan cara *integrated sampler* sehingga sampel air yang didapatkan dapat merata dari permukaan hingga dasar sungai kemudian dicampurkan.
3. Jika debit sungai lebih dari $150 \text{ m}^3/\text{detik}$ titik pengambilan contoh air sampel paling sedikit enam titik dengan kedalaman 0,2 dan 0,8 kali kedalaman sungai dari muka air dengan jarak $1/4$, $1/2$, dan $3/4$ dari lebar sungai, atau dapat mengambil sampel dengan cara *integrated sampler* sehingga sampel air yang didapatkan dapat merata dari permukaan hingga dasar sungai kemudian dicampurkan.

Dari pemaparan pin-poin di atas titik pengambilan sungai berdasarkan debitnya diilustrasikan pada Gambar 2.1

2.8 Perhitungan Debit

Debit dapat diukur secara langsung maupun tidak langsung. Pengukuran debit secara langsung yaitu mengukur dengan menggunakan peralatan berupa zat warna, pelampung, pengukur arus (*current meter*), dan lainnya. Hasil pengukuran dapat langsung dihitung setelah pengukuran untuk mendapatkan debit. Pengukuran debit secara tidak langsung yaitu mengukur debit dengan

menggunakan rumus hidrolika seperti rumus Chezy atau Manning. Terdapat empat tahapan untuk mengukur debit sungai yaitu menghitung penampang basah sungai, menghitung kedalaman atau tinggi muka air, mengukur kecepatan arus, dan menghitung debit sungai (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Bandung, 2018).



Gambar 2. 1 Titik Pengambilan Sampel Air Sungai Berdasarkan Debit
Sumber: SNI 6989.57:2008

2.9 Perhitungan Debit

Debit dapat diukur secara langsung maupun tidak langsung. Pengukuran debit secara langsung yaitu mengukur dengan menggunakan peralatan berupa zat warna, pelampung, pengukur arus (*current meter*), dan lainnya. Hasil pengukuran dapat langsung dihitung setelah pengukuran untuk mendapatkan debit. Pengukuran debit secara tidak langsung yaitu mengukur debit dengan menggunakan rumus hidrolika seperti rumus Chezy atau Manning. Terdapat empat tahapan untuk mengukur debit sungai yaitu menghitung penampang basah sungai, menghitung kedalaman atau tinggi muka air, mengukur kecepatan arus, dan menghitung debit sungai (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Bandung, 2018).

2.9.1 Menghitung Penampang Basah Sungai

Besarnya aliran per waktu akan bergantung oleh luas penampang aliran air dan kecepatan aliran rata-rata. Dengan mengukur penampang dan kecepatan aliran didapatkan hasil pendekatan nilai debit. Cara tersebut merupakan prosedur umum untuk mengukur debit sungai dengan cara langsung (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Bandung, 2018)

Perhitungan luas penampang basah dari lebar sungai dan ke dalam air. Ke dalam air didapatkan dengan mengukur ke dalam air di titik pengukuran dengan bantuan tongkat penduga atau kabel pengukur. Perhitungan luas penampang basah dapat menggunakan rumus berikut (SNI 8066:2015).

$$a_x = \frac{b_{(x+1)} - b_{(x-1)}}{2} d_x \dots\dots\dots \text{Rumus 2. 1}$$

$$A = \sum_{x=1}^n a_x \dots\dots\dots \text{Rumus 2. 2}$$

Keterangan:

a_x = luas penampang basah di bagian ke x (m^2)

$b_{(x+1)}$ = jarak titik vertikal sesudah titik vertikal ke x dari titik tetap (m)

$b_{(x-1)}$ = jarak titik vertikal setelah titik vertikal ke x dari titik tetap (m)

d_x = kedalaman di titik vertikal ke x (m)

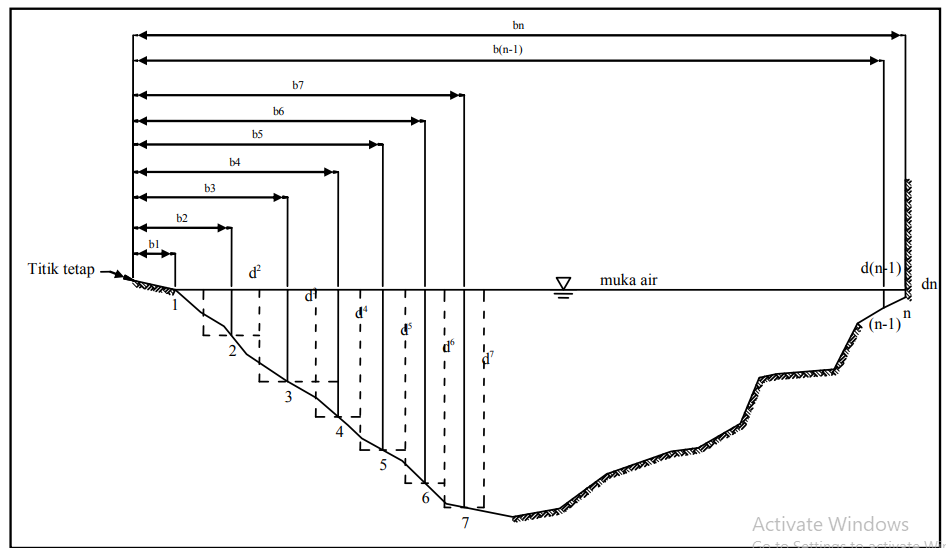
A = total luas seluruh penampang basah (m^2)

n = banyaknya penampang bagian

2.9.2 Mengukur Kedalaman Sungai

Untuk mendapatkan hasil kedalaman air yang teliti, pengukuran ke dalam sungai dapat dilakukan dengan mengukur beberapa titik di sepanjang penampang aliran (Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Bandung.). Kedalaman air harus diukur secara tegak lurus terhadap permukaan air. Maksimum jarak antar dua jalur vertikal yaitu 1/15 dari lebar sungai jika dasarnya teratur, dan 1/20 dari lebar sungai jika dasarnya tidak teratur. Jarak minimal antar dua jalur vertikal yaitu 2 kali dari diameter alat yang digunakan (baling-

baling) (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air 2009).



Gambar 2. 2 Penampang Melintang dengan Menggunakan Penampang Tengah (*Mid Section*)

Sumber: SNI 8066:2015.

2.9.2 Mengukur Kedalaman Sungai

Untuk mendapatkan hasil kedalaman air yang teliti, pengukuran ke dalam sungai dapat dilakukan dengan mengukur beberapa titik di sepanjang penampang aliran (Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Bandung.). Kedalaman air harus diukur secara tegak lurus terhadap permukaan air. Maksimum jarak antar dua jalur vertikal yaitu $1/15$ dari lebar sungai jika dasarnya teratur, dan $1/20$ dari lebar sungai jika dasarnya tidak teratur. Jarak minimal antar dua jalur vertikal yaitu 2 kali dari diameter alat yang digunakan (baling-baling) (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air 2009).

2.9.3 Mengukur Kecepatan Arus

Current meter merupakan alat yang umum digunakan karena dapat menghasilkan tingkat ketelitian yang cukup baik. Prinsip kerja *current meter* yaitu menghubungkan antar kecepatan putaran baling-baling dan kecepatan aliran (Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan

Rakyat Bandung.). Hubungan tersebut dinyatakan dalam persamaan rumus di bawah ini:

Jika $N < n_i$ maka $V = p N + q$ **Rumus 2. 3**

Jika $N > n_i$ maka $V = r N + s$ **Rumus 2. 4**

Keterangan:

N = total putaran baling-baling dibagi waktu pengukuran

R = total putaran baling-baling

T = waktu mengukur

n_i = batas total putaran baling-baling

V = kecepatan aliran (m/s)

p, q, r, s = koefisien didasarkan oleh kalibrasi *current meter*

kecepatan aliran diukur dengan mengukur tiap jalur vertikal dengan metode 1 hingga 3 titik tergantung oleh ketelitian yang diinginkan dan ke dalam air. Perhitungan kecepatan air dapat dihitung berdasarkan rumus di bawah ini:

– Menggunakan satu titik jika ke dalam air kurang dari 0,75 m:

$\bar{V} = V_{0,6}$ **Rumus 2. 5**

– Menggunakan dua titik jika kedalaman air lebih dari 0,75 m:

$\bar{V} = \frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2}$ **Rumus 2. 6**

– Menggunakan tiga titik jika kedalaman air lebih dari 0,75 m:

$\bar{V} = \frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2}$ **Rumus 2. 7**

Keterangan:

\bar{V} = kecepatan aliran rata-rata di satu vertikal (m/s)

$V_{0,2}$ = kecepatan aliran di titik 0,2 d (m/s)

$V_{0,6}$ = kecepatan aliran di titik 0,6 d (m/s)

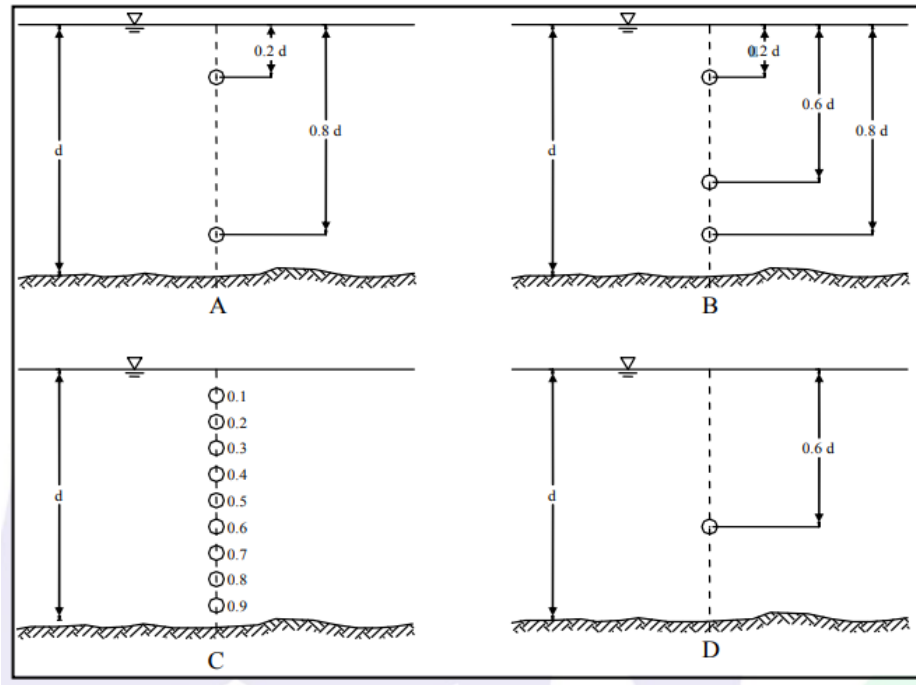
$V_{0,8}$ = kecepatan aliran di titik 0,8 d (m/s)

2.9.4 Mengukur Debit Aliran

Perhitungan debit aliran seluruh luas penampang merupakan total penjumlahan dari debit tiap pias penampang aliran. Berikut merupakan rumus perhitungan debit aliran:

$$Q_x = V_x a_x \dots \dots \dots \text{Rumus 2. 8}$$

$$Q = \sum_{x=1}^n q_x \dots \dots \dots \text{Rumus 2. 9}$$



Gambar 2. 3 Mengukur Kecepatan Aliran di titik 1, 2, dan 3

Sumber: SNI 8066:2015

2.9.4 Mengukur Debit Aliran

Perhitungan debit aliran seluruh luas penampang merupakan total penjumlahan dari debit tiap pias penampang aliran. Berikut merupakan rumus perhitungan debit aliran:

$$Q_x = V_x a_x \dots \dots \dots \text{Rumus 2. 10}$$

$$Q = \sum_{x=1}^n q_x \dots \dots \dots \text{Rumus 2. 11}$$

2.10 Metode Indeks Pencemaran (IP)

Indeks Pencemaran (IP) metode penilaian sederhana dan mudah untuk menilai pencemaran dalam air. Beberapa studi dengan mengaplikasikan indeks pencemaran telah digunakan oleh para peneliti di Indonesia untuk menilai tingkat pencemaran di sungai-sungai. Metode ini mampu menghasilkan nilai dalam menunjukkan tingkat pencemaran relatif terhadap baku mutu air. Standar ini mengukur tingkat makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang

ada di dalam air, selain bahan pencemar. IP mencakup bermacam parameter kualitas yang independen. Penentuan indeks pencemaran pada suatu peruntukan, dan dapat dikembangkan sebagai peruntukan sebagian dari suatu sungai atau bagian badan air. Metode IP dapat menghubungkan langsung tingkat pencemaran (Djoharam, Riani, and Yani 2018).

Jika nilai baku mutu memiliki nilai rata-rata maka:

Jika $C_i \leq L_{ij}$ rata-rata maka menggunakan rumus:

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = (C_i - L_{ij} \text{ rata-rata}) / (L_{ij} \text{ minimum} - L_{ij} \text{ rata-rata}) \dots \text{Rumus 2. 12}$$

Jika $C_i \geq L_{ij}$ rata-rata maka menggunakan rumus:

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = (C_i - L_{ij} \text{ rata-rata}) / (L_{ij} \text{ maksimum} - L_{ij} \text{ rata-rata}) \text{ Rumus 2. 13}$$

Untuk nilai rata-rata dari seluruh nilai C_i/L_{ij} yaitu sebagai tolak ukur pencemaran, namun nilai ini tidak akan berarti jika salah satu nilai $C_i/L_{ij} > 1$. Jadi indeks tersebut harus mencakup nilai C_i/L_{ij} maksimal. Berikut rumus untuk menemukan C_i/L_{ij} baru:

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = 1,0 + P \log (C_i/L_{ij}) \text{ hasil pengukuran} \dots \text{Rumus 2. 14}$$

Dengan $P = 5$ (konstanta)

Nilai DO berbanding terbalik dengan parameter lainnya, yaitu semakin tinggi nilai DO maka semakin baik kualitas air tersebut, maka perhitungan untuk C_i berbeda dengan parameter lainnya. Berikut rumus untuk menghitung C_i baru DO:

$$(C_i)_{\text{baru}} = (C_i \text{ maksimum} - C_i \text{ hasil pengukuran}) / (C_i \text{ maksimum} - L_{ij}) \text{ Rumus 2. 15}$$

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 rumus perhitungan indeks pencemaran dipaparkan di bawah ini:

$$PI_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^2 M + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^2 R}{2}} \dots \text{Rumus 2. 16}$$

Keterangan :

PI : Indeks pencemaran bagi peruntukan (j)

L_{ij} : Konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan pada baku mutu peruntukan air (j)

C_i : Konsentrasi parameter kualitas air hasil pengukuran

(Cij/Lij)M : Nilai Cij/Lij maksimum

(Ci/Lij)R : Nilai Cij/Lij rata-rata

Tabel 2. 2 Evaluasi Terhadap Nilai

No	Skor Indeks Pencemaran (IP)	Deskripsi
1	$0 \leq Pij \leq 1,0$	memenuhi baku mutu
2	$1,0 < Pij \leq 5,0$	Cemar Ringan
3	$5,0 < Pij \leq 10$	Cemar Sedang
4	$Pij > 10$	Cemar Berat

Sumber : Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003

2.11 Metode *Storage and Retrieval* (STORET)

Storage and Retrieval (STORET) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengukur kualitas air sungai, namun membutuhkan waktu yang lama dan biaya. Kelemahan metode ini membutuhkan beberapa data yang cukup, jika ada satu data yang hilang tidak bisa menghitung rata-rata maksimum dan minimum dalam menentukan status kualitas air (Damayanti, Kurniawan, and Rahmayetty, 2021). Parameter yang memenuhi baku mutu air dapat diketahui dengan menggunakan metode storet. Metode storet secara prinsip membandingkan antar baku mutu sesuai peruntukan air dengan data kualitas air. Status mutu air dapat diketahui dengan menggunakan sistem penilaian "US-EPA" (*Environmental Protection Agency*). Dan diklasifikasikan menjadi empat kelas yaitu:

Tabel 2. 3 Evaluasi Terhadap Nilai

Kelas	Skor	Keterangan
A (baik sekali)	0	Memenuhi baku mutu
B (baik)	-1 sampai -10	Camar ringan
C (sedang)	-11 sampai -30	Cemar sedang
D (buruk)	≥ -31	Cemar berat

Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003

Penentuan kualitas air sungai menggunakan metode storet dapat dilakukan dengan membandingkan data hasil pengukuran masing-masing parameter

dengan baku mutu sesuai peruntukan kelas air, jika nilai hasil pengukuran memenuhi baku mutu maka diberi nilai 0, jika nilai hasil pengukuran tidak memenuhi baku mutu maka diberi nilai:

Tabel 2. 4 Penentuan Sistem Nilai Untuk Menentukan Status Mutu Air

Jumlah contoh	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
< 10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata-rata	-3	-6	-9
≥ 10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-rata	-6	-12	-18

Sumber: Canter, 1977; Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003

2.12 Metode Canadian Council of Ministers of The Environment (CCME)

Pada Januari 1997, Dewan Menteri Kualitas Air Lingkungan Kanada, bekerja sama dengan CCME *State of the Environment Task Group*, membentuk tim teknis sub komite. Tugas sub komite adalah untuk memeriksa dan, jika perlu, memodifikasi indeks BC dengan membuat Indeks Kualitas Air CCME (CCME WQI) yang dapat diadopsi oleh semua provinsi dan wilayah. Sub komite ini memeriksa, memodifikasi dan menguji CCME WQI pada data buatan dan "dunia nyata" set dari beberapa provinsi. Formulasi akhir dari CCME WQI, meskipun berdasarkan indeks BC, menggabungkan modifikasi yang dikembangkan oleh provinsi Alberta; dan sangat mirip dengan Alberta Agriculture Indeks Kualitas Air, atau AAWQI (CCME Water Quality Index 1.0 and User's Manual, 2001).

Perbedaan antara indeks BC dan CCME WQI berkaitan dengan cara dimana faktor individu digabungkan untuk memberikan indeks akhir nilai. Dalam kedua kasus nilai indeks dapat berkisar dari 0- 100. Namun, dalam indeks BC nilai peningkatannya adalah indikasi penurunan kualitas air selama CCME WQI sebaliknya adalah benar. Jadi, dalam CCME WQI nilai 100 adalah skor indeks terbaik dan nilai 0 adalah kemungkinan terburuk (CCME Water Quality Index 1.0 and User's Manual, 2001).

Model CCME WQI terdiri dari tiga ukuran varians dari tujuan kualitas air yang dipilih (*Scope*; Frekuensi; Amplitudo).

Indeks ini didasarkan pada kombinasi dari tiga faktor:

1. *Scope*: jumlah variabel yang tujuannya tidak bertemu
2. Frekuensi: frekuensi tujuan tidak tercapai bertemu
3. Amplitudo: jumlah dimana tujuan tidak terpenuhi

Ketiga ukuran faktor ini digabungkan untuk menghasilkan nilai antara 0 dan 100 yang menggambarkan kualitas air secara keseluruhan.

Masing-masing tiga faktor yang membentuk indeks harus dihitung. Perhitungan F1, F2, dan F3 membutuhkan beberapa langkah tambahan.

1. F1 (*Scope*) mewakili persentase variabel yang melakukan tidak memenuhi tujuan setidaknya sekali selama periode yang ditentukan ("parameter tidak sesuai baku mutu"), relatif dengan jumlah total variabel yang diukur:

$$F_1 = \frac{\text{Number of failed variables}}{\text{Total number of variables}} \times 100 \dots\dots\dots \mathbf{Rumus 2. 17}$$

2. F2 (Frekuensi) mewakili persentase individu tes yang tidak memenuhi tujuan ("tes tidak sesuai baku mutu"): 100 Jumlah total tes Jumlah tes yang gagal

$$F_2 = \frac{\text{Number of failed tests}}{\text{Total number of tests}} \times 100 \dots\dots\dots \mathbf{Rumus 2. 18}$$

3. F3 (Amplitudo) mewakili jumlah yang gagal nilai tes tidak memenuhi baku mutu. F3 dihitung dalam tiga langkah.

- Berapa kali sampel memiliki konsentrasi lebih besar dari (atau kurang dari, baku mutu yaitu batas minimum minimum) persamaan tersebut dinyatakan sebagai berikut. Berikut persamaan yang tidak diperbolehkan melebihi baku mutu:

$$Excursion_i = \left(\frac{FailedTestValue_i}{Objective_i} \right) - 1 \dots\dots\dots \mathbf{Rumus 2. 19}$$

Berikut persamaan jika sampel uji memiliki batas minimum pada baku mutu:

$$Excursion_i = \left(\frac{Objective_j}{FailedTestValue_i} \right) - 1 \dots\dots\dots \mathbf{Rumus 2. 20}$$

- Jumlah kolektif dimana sampel pengujian tidak sesuai dihitung dengan menjumlahkan tes sampel dari dan dibagi dengan jumlah

total tes (keduanya pertemuan tujuan dan yang tidak memenuhi tujuan). Ini variabel, disebut sebagai jumlah normal dari ekskursi, atau nse, dihitung sebagai: dari tes

$$Nse = \frac{\sum_{i=1}^n excursion_i}{number\ of\ test} \dots\dots\dots \text{Rumus 2. 21}$$

- F3 kemudian dihitung dengan fungsi asimtotik yang menskalakan jumlah kunjungan yang dinormalisasi dari tujuan (nse) untuk menghasilkan kisaran antara 0 dan 100. Setelah faktor diperoleh, indeks itu sendiri dapat dihitung dengan menjumlahkan ketiga faktor tersebut seolah-olah adalah vektor. Jumlah kuadrat masing-masing faktor adalah karena itu sama dengan kuadrat indeks. Ini pendekatan memperlakukan indeks sebagai ruang tiga dimensi didefinisikan oleh setiap faktor sepanjang satu sumbu. Dengan model ini, indeks berubah dalam proporsi langsung dengan perubahan di semua tiga faktor.

$$F3 = \left(\frac{nse}{0,01nse+0,01} \right) - 1 \dots\dots\dots \text{Rumus 2. 22}$$

- Berikut rumus untuk mendapatkan nilai CCME:

$$CCME = 100 - \left(\frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1,732} \right) \dots\dots\dots \text{Rumus 2. 23}$$

Nilai CCME kemudian disesuaikan menjadi beberapa kategori dengan menggunakan indeks skema kategorisasi ditampilkan dalam tabel di bawah ini:

Tabel 2. 5 Kategori Kualitas Air Sungai

Kategori	Nilai	Keterangan
<i>Excellent</i>	95-100	Kualitas air dilindungi dengan tidak adanya pencemaran yang tampak atau penurunan nilai; kondisi sangat dekat dengan kondisi alami atau murni
<i>Good</i>	80-94	Kualitas air dilindungi dengan hanya sedikit tingkat ancaman atau penurunan nilai; kondisi jarang tidak sesuai dari

Kategori	Nilai	Keterangan
		kondisi alami atau level yang diinginkan.
<i>Fair</i>	65-79	Kualitas air biasanya terlindungi tetapi kadang-kadang terancam pencemaran atau terganggu; kondisi terkadang menyimpang dari alam atau diinginkan level
<i>Marginal</i>	45-64	Kualitas air sering terancam pencemaran atau terganggu; kondisi sering tidak sesuai dari alam atau tingkat yang diinginkan
<i>Poor</i>	0-44	Kualitas air hampir selalu terancam atau terganggu; kondisi biasanya tidak sesuai dari alam atau tingkat yang diinginkan

Sumber: CCME *Water Quality Index 1.0 and User's Manual*, 2001

2.13 Daya Tampung Beban Pencemaran

Assimilative capacity atau *Maximum Daily Load* atau Daya Tampung Beban Pencemaran (DTBP) adalah kemampuan sungai untuk menerima masukan beban polutan tanpa mencemari air atau jumlah polutan yang dapat diterima badan air dan masih memenuhi baku mutu air. DTBP merupakan penetapan pelaksanaan pengendalian pencemaran air dengan pendekatan kualitas air. Pendekatan ini bertujuan sebagai pengendali zat pencemar yang berasal dari sumber pencemar yang masuk ke dalam air dengan memperhatikan kondisi sumber air dan baku mutu yang ditetapkan.

Hasil kajian DTBP di Indonesia sudah dapat dipergunakan untuk menyusun tata ruang dan menyusun kebijakan pengendalian pencemaran (PPA) secara umum. Namun, masih bersifat mikro sehingga dibutuhkan penjabaran lebih detail pada bentuk alokasi beban pencemar agar dapat diimplementasikan Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Menghitung beban pencemar didasarkan pada pengukuran konsentrasi limbah dan debit sungai, dengan persamaan Mitsch dan Goesselink (dalam

Rahadi et al., 2019) .Analisis data pada beban pencemaran menggunakan perhitungan berikut :

Beban pencemaran terukur

$$BPs = Q_s \times C_s \times f \dots \dots \dots \text{Rumus 2. 24}$$

BPs= Beban pencemaran sebenarnya (kg/ hari)

Cs = Kadar sebenarnya unsur pencemar (mg/liter)

F = Faktor konversi

$$= \frac{1 \text{ kg}}{1.000.000 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ liter}}{m^3} \frac{84.600 \text{ detik}}{1 \text{ hari}} = 86,4 \frac{\text{kg.lt.detik}}{\text{mg.m}^3\text{hari}}$$

Qs = Debit sungai (m³/s)

Beban pencemaran maksimum

$$Bpm = Q_s \times C_s (bm) \times f \dots \dots \dots \text{Rumus 2. 25}$$

Bpm = Beban pencemaran sesuai baku mutu (kg/ hari)

Cs(bm)= Kadar maksimum unsur pencemar sesuai baku mutu (mg/liter)

F = Faktor konversi

$$= \frac{1 \text{ kg}}{1.000.000 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ liter}}{m^3} \frac{84.600 \text{ detik}}{1 \text{ hari}} = 86,4 \frac{\text{kg.lt.detik}}{\text{mg.m}^3\text{hari}}$$

Berdasarkan persamaan diatas, nilai beban pencemaran yaitu BPs tidak boleh melebihi Bpm. Penentuan daya tampung beban pencemaran (DTBP) dapat dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

DTBP = beban cemar sesuai baku mutu – beban cemar terukur **Rumus 2.26**

2.14 Integrasi Keislaman

Penelitian ini jika dikaitkan dengan agama islam merupakan pemaknaan atas firman Allah SWT. Dalam Al-Quran surah Al-Anbiya' ayat 30 dan surat Al-Mu'minuun ayat 18. Berikut ini penjabaran mengenai tafsir kedua ayat tersebut.

Al-Quran Surah Al-Anbiya' ayat 30:

وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ....

Artinya: ..."dan Kami menjadikan segala sesuatu yang hidup berasal dari air..." (quran kemenag)

Berdasarkan tafsir Al-Quran yang diterbitkan oleh Kementerian Agama Republik Indonesia, potongan ayat di atas menjelaskan bahwasanya air merupakan bagian yang sangat penting bagi kehidupan manusia di alam

dunia. Kehidupan di dunia dimulai dari keberadaan air, dalam hal ini dicontohkan dengan keberadaan laut. Laut merupakan sumber air terbesar dan berperan dalam siklus hidrologi di bumi. Air yang dihasilkan dalam siklus hidrologi akan kembali lagi ke bumi melalui proses presipitasi (hujan). Air dengan perjalanannya di permukaan bumi pada sungai-sungai yang mengalir dari hulu ke hilir telah memberikan berbagai manfaat bagi manusia antara lain: sebagai sumber pemenuh kebutuhan cairan tubuh, sebagai sumber minuman untuk binatang ternak, sebagai sumber pengairan ladang dan sawah, serta manfaat lainnya. Manfaat air sebagaimana uraian di atas merupakan salah satu nikmat dari Allah SWT. Yang sudah selayaknya senantiasa kita syukuri sebagai hamba-Nya serta mengupayakan untuk menjaga kelestariannya di bumi atau lingkungan tempat tinggal kita.

Penjelasan di atas juga berkaitan erat dengan firman Allah yang lainnya yaitu pada Al-Quran Surah Al-Mu'minuun ayat 18.

وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَسْكَنَتْهُ فِي الْأَرْضِ وَإِنَّا عَلَىٰ ذَهَابٍ بِهِ لَقَادِرُونَ ۝ ١٨

Artinya: “*Kami turunkan air dari langit dengan suatu ukuran. Lalu Kami jadikan air itu menetap di bumi dan sesungguhnya Kami Maha kuasa melenyapkannya.*” (quran kemenag)

Allah menyediakan air untuk memenuhi kebutuhan manusia di dunia di mana air-air tersebut tersimpan di bawah tanah, di permukaan tanah berupa sungai, danau, mata air, dan lain sebagainya. Allah SWT. memerintahkan secara tersirat kepada manusia agar menjaga karunia-Nya dengan baik dan memanfaatkannya secara bijak sebab Dia yang Maha Kuasa mampu melenyapkan air tersebut dengan mudah sesuai kehendak-Nya (Kemenag RI, 2022).

Meninjau keberadaan dan kualitas air sungai di wilayah penelitian yang direncanakan, Sungai Wрати merupakan aliran air yang menerima beban buangan berupa limbah domestik dan outlet industri. Berdasarkan kondisi tersebut, maka perlu dilakukan pemantauan kualitas dan upaya pengelolaan kualitas air Sungai Wрати agar airnya dapat bermanfaat bagi masyarakat yang membutuhkan. Hal ini merupakan salah satu bentuk ketaatan kita kepada firman Allah SWT. seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.

2.15 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai analisis kualitas air sungai dan beban pencemaran telah banyak dilakukan sebelumnya. Terdapat berbagai metode untuk menganalisis dan menghitung beban pencemaran air sungai. Mengumpulkan dan mempelajari penelitian terdahulu dapat membantu sebagai referensi pada proses penelitian. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang berhubungan dan sebagai literatur pada penelitian ini:

Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu

No	Nama dan tahun	Judul	Hasil
1	Hamakonda, Suharto, and Susanawati, 2019	Analisis Kualitas Air Dan Beban Pencemaran Air Pada Sub Das Boentuka Kabupaten Timor Tengah Selatan	Penelitian tersebut bertujuan untuk menganalisa kualitas air dengan metode indeks pencemaran dan beban pencemaran dengan metode Mitch & Goesselink di sungai di Sub daerah aliran Boentuka provinsi Nusa Tenggara Timur. Penelitian termasuk deskriptif kuantitatif berdasarkan laboratorium. Pengambilan sampel air diambil secara langsung pada badan sungai. Parameter yang diuji yaitu fisika, biologi dan kimia. Parameter fisika yaitu TSS, TDS, dan temperatur sedangkan parameter kimia terdiri dari Do, pH, BOD, COD, nitrit dan untuk parameter biologi yaitu total coliform, fecal coliform. Data hasil uji tersebut dibandingkan dengan baku mutu air kelas 1. Dari hasil analisis kualitas air sungai Boentuka

No	Nama dan tahun	Judul	Hasil
			<p>termasuk ke dalam status tercemar ringan-sedang. Beban pencemaran di Sungai Boentuka parameter tertinggi yaitu COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>) 7871.98 kg/hari , (<i>Biological Oxygen Demand</i>) yaitu 629.584 kg/ hari, untuk total coliform 1210.121 MPN/ hari, untuk total fecal coliform 458.0108 MPN/ hari. Beban pencemaran untuk aktivitas manusia tertinggi pada parameter COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>) yaitu 6759,86 kg/ hari dan BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>) 5476,91 kg/ hari.</p>
2	<p>Haeruddin, Febrianto, and Wahyu Purnomo, 2019</p>	<p>Beban Pencemaran, Kapasitas Asimilasi dan Status Pencemaran Estuari Banjir Kanal Barat, Kota Semarang, Jawa Tengah</p>	<p>Penelitian tersebut bertujuan untuk mendapatkan nilai beban pencemaran dengan metode mitch and gosselink dan lampiran II Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 1 Tahun 2010, kapasitas asimilasi dengan metode garis potong, dan status pencemaran menggunakan metode persamaan IKA di muara sungai BKB. Parameter yang diuji yaitu fosfat, nitrat, dan TSS. Titik pengambilan sampel air berada di tiga titik dan diulangi tiga kali. Hasil penelitian tersebut adalah beban pencemaran</p>

No	Nama dan tahun	Judul	Hasil
			nitrat antara 154.019-1843.323 kg/ hari, sedangkan fosfat antara 0-835.463 kg/ hari dan TSS antara 2275.493-117295.591 kg/ hari. Nilai indeks kualitas air (IKA) didapatkan 51,94 yang berarti sungai BKB termasuk ke dalam sungai tercemar berat
3	Djoharam, Riani, and Yani, 2018	Analisis Kualitas Air Dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Pesanggrahan Di Wilayah Provinsi Dki Jakarta.	Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi kualitas air Sungai Pesanggrahan berdasarkan sifat fisik dan kimia air sungai faktor. Analisis dilakukan pada delapan titik pengamatan di sepanjang Sungai Pesanggrahan Provinsi DKI Jakarta dengan pengujian parameter pencemaran udara yang dibandingkan dengan baku mutu udara Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Mutu Udara. Pengelolaan dan Pengendalian Pencemaran Udara Kelas II dan Peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor 582 Tahun 1995 tentang Pembentukan Alokasi dan Baku Mutu Air Sungai/ Badan Baku Baku Mutu Limbah Cair di Ibu Kota Wilayah Jakarta untuk Golongan C. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah

No	Nama dan tahun	Judul	Hasil
			<p>parameter fisik keseluruhan (suhu dan TSS) dan parameter kimia (pH, DO, BOD, dan COD). Penentuan status kualitas air menggunakan metode indeks pencemaran dibandingkan dengan baku mutu udara Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 kelas II dan Peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor 582 Tahun 1995 Kelompok C. Kondisi kualitas udara Sungai Pesanggrahan dari hulu ke hilir pada delapan titik pengamatan memiliki umumnya mengalami penurunan kualitas menurut parameter TSS, DO, BOD dan COD yang tidak memenuhi baku mutu. Berdasarkan tentang status status kualitas air Sungai Pesanggrahan dari hulu ke hilir mengalami penurunan kualitas dengan derajat ringan sampai status pencemar sedang.</p>
4	Afwa, Muskananfolo, and Rahman, 2021	Analisis Beban dan Status Pencemaran Bahan Organik di Sungai Beringin Semarang	<p>Penelitian di atas bertujuan untuk menganalisis beban pencemar COD dan BOD dan status kualitas dengan metode indeks pencemaran Sungai Beringin Semarang. Parameter yang diambil yaitu BOD, COD, DO, temperatur, dan pH. Hasil dari penelitian tersebut adalah nilai COD</p>

No	Nama dan tahun	Judul	Hasil
			sampling 2 yaitu 20.345,39 kg/ hari lebih besar dibandingkan dengan COD di sampling 1 yaitu 7.022,83 kg/ hari. Nilai BOD di sampling 2 yaitu 6.306,69 kg/ hari lebih besar dibanding nilai BOD sampling 1 yaitu 2,176,97 kg/hari.
5	Adam et al., 2022	Indeks Pencemaran Lingkungan Sungai Wangi, Desa Beujeng, Kecamatan Beji, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur	Tujuan dari penelitian tersebut untuk menganalisis kualitas air Sungai Wangi menggunakan metode indeks pencemaran. Sampel air sungai diambil di tiga titik yaitu area pertanian, permukiman, dan industri. Parameter fisika yang diuji yaitu pH, warna, bau, suhu, sedangkan parameter kimia yaitu logam berat, COD, BOD, DO. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan Sungai Wangi masuk ke dalam cemar sedang dengan nilai 5,503
6	Effendi 2016	<i>River Water Quality Preliminary Rapid Assessment Using Pollution Index</i>	Analisis kualitas air sungai secara cepat dan tepat merupakan suatu keharusan karena sungai merupakan ekosistem yang dinamis dan dipengaruhi oleh berbagai aktivitas di tepiannya. Dalam penelitian ini dilakukan analisis kualitas air sungai dengan metode Indeks Pencemaran (IP) dengan jumlah titik pengamatan sebanyak 5 (lima) lokasi

No	Nama dan tahun	Judul	Hasil
			<p>berdasarkan pertimbangan peta lokasi. Pengambilan sampel air dilakukan di Cihideung, Sungai Ciapus, dan Danau PPLH. Hasil analisis menunjukkan semua parameter yang dianalisis telah memenuhi baku mutu air kelas III untuk perikanan dan peternakan sebagaimana ketentuan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001. Hasil analisis dengan metode Indeks Pencemaran menunjukkan status kualitas air baik dengan indeks pencemaran air berkisar antara 0,728 hingga 0,892.</p>
7	Yan et al. 2019	<p><i>Estimation of water environmental capacity and pollution load reduction for Urban lakes ide of Lake Taihu, eastern China</i></p>	<p>Tepi danau perkotaan Cina mengalami permasalahan pencemaran yang serius karena merupakan lokasi yang padat aliran sungai dan aktivitas penduduk. Perkiraan kapasitas lingkungan dan beban pencemaran air adalah salah satu bentuk dukungan untuk memulihkan ekosistem perairan danau dan pantai. Dalam studi ini, lingkungan yang layak model dan beberapa model parameter identifikasi metode digunakan untuk menghitung cairan lingkungan air pengurangan beban polusi dan</p>

No	Nama dan tahun	Judul	Hasil
			<p>kecepatan untuk danau khas perkotaan, yaitu Danau Taihu. Kapasitas atau parameter lingkungan tahunan regional untuk TN, TP, COD Mn, BOD5, dan NH3-N adalah 99.25, 7.77, 37.36, 144.63, dan 95.85 di mana jumlah ini berkurang 20% secara objektif, masing-masing dan -37.31, 9.28, 185.81, 27.14, dan 148.80t sesuai dengan tujuan Kelas III. Beban polusi TN, TP, COD Mn, BOD5, dan NH3-N perlu diturunkan sebesar 60%, 56%, 77%, 62%, dan 51% untuk menjaga kestabilan lingkungan dan dikurangi 20% untuk kualitas air, masing-masing secara berturut-turut, dan 115%, 47%, -16%, 93%, dan 24% untuk mencapai tujuan Kelas III. Diantaranya, Sungai Liangxi, Maligang, dan Lucun memiliki kapasitas lingkungan yang besar dan pengurangan beban polusi di bawah kedua tujuan, yang merupakan lebih dari setengah dari total nilai daerah. Penurunan kapasitas lingkungan dan pengurangan beban polusi secara signifikan lebih tinggi selama periode hujan daripada bertahan</p>

No	Nama dan tahun	Judul	Hasil
			periode-periode lain.
8	Bhardwaj, Gupta, and Garg, 2017	<i>Evaluation of heavy metal contamination using environmetrics and indexing approach for River Yamuna, Delhi stretch, India</i>	<p>Penelitian terhadap status dan keberadaan logam berat sebagai polutan dilakukan di Sungai Yamuna, Delhi, India. Konsentrasi Nikel, Kadmium, Kromium, Tembaga, Besi, Timbal, dan Seng dalam sampel air dianalisis juga dalam penelitian ini selama Desember 2013–Agustus 2015. Konsentrasi rata-rata keseluruhan logam berat diamati dalam urutan berikut: Fe > Cu > Zn > Ni > Cr > Pb > Cd. Analisis korelasi membentuk dua kelompok logam berat yang berbeda. Analisis itu menunjukkan serupa pengelompokan dari berat logam (N, Zn, Fe, Pb, Cd) menjadi PC1 yang memiliki satu sumber yang sama untuk logam berat tersebut dan PC2 (Cu, Cr) memiliki sumber yang sama. Selanjutnya, studi ini menunjukkan dua situs yaitu saluran pembuangan Najafgarh dan saluran pembuangan Shahdara di sungai Yamuna sebagai dua sumber potensial yang bertanggung jawab untuk pencemaran logam berat.</p>

No	Nama dan tahun	Judul	Hasil
			Berdasarkan nilai indeks pencemaran logam berat (1491,15), dapat menyimpulkan bahwa daerah penelitian ini keseluruhannya tercemar logam berat karena beban pencemar dari berbagai aktivitas antropogenik.
9	Rachmansyah et al., 2021	<i>Assessment of Water Quality Index and Pollution Load Capacity in the Sukowidi River and Bendo River, Banyuwangi Region</i>	Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara kuantitatif grafis dan spasial dengan QUAL2Kw serta Inverse Distance Weighted (IDW) menggunakan ArcGIS 10.4.1. Penggunaan lahan di kedua sungai yang diteliti sedikit berbeda, yaitu pedesaan, pinggiran kota, dan perkotaan daerah. Sumber pencemaran di daerah penelitian adalah sumber titik dan sumber bukan titik. Hasilnya menunjukkan bahwa status pencemaran Sungai Sukowidi adalah “Pencemaran Ringan” dan daya dukung beban pencemar yang tinggi memiliki total padatan tersuspensi dan nitrat. Sedangkan di Sungai Bendo status pencemarannya belum tercemar dan pencemar daya dukung beban berada pada baku mutu. Temuan ini memberikan informasi dan panduan berharga untuk Pemerintah

No	Nama dan tahun	Judul	Hasil
			Kabupaten Banyuwangi untuk memutuskan kebijakan penggunaan lahan.
10	Barmaki and Nadoushan, 2018	<i>Simulation of Water Pollution Load Reduction in the Zayandehrood River, Isfahan, Iran Using Qual2kw Model</i>	Untuk mengetahui tren perubahan kualitatif sungai efektif untuk mengendalikan sumber polusi. Dalam penelitian ini, kualitas air Sungai Zayandehrood adalah yang diselidiki dan untuk simulasi data kualitatif, model Qual2kw digunakan. Informasi yang digunakan meliputi informasi kualitatif air sungai dan hidrometri, informasi meteorologi dan kontaminan. Parameter yang diselidiki adalah BOD, DO, dan nitrat yang diambil dari 12 stasiun. Simulasi data kualitatif dengan Model Qual2kw untuk parameter BOD dan DO menunjukkan bahwa ada kecocokan yang cocok antara data terukur dan simulasi, tetapi simulasi untuk parameter nitrat tidak dilakukan dengan baik. Hasil model menunjukkan bahwa karena penggunaan air untuk pertanian, debit air sungai di stasiun terminal sangat rendah. Selanjutnya, DO di stasiun-stasiun ini sangat rendah, sedangkan konsentrasi kebutuhan

No	Nama dan tahun	Judul	Hasil
			COD sangat tinggi karena masuknya industri dan air limbah manusia. Karena alasan ini, sungai tidak lagi dapat menerima beban organik dan tidak memiliki kemampuan purifikasi.
11	Damayanti, Kurniawan, and Rahmayetty, 2021	<i>Study on the use of the Indonesian water quality index method, CCME, pollution index and storet in determining water quality status - Case study of the Cirarab River</i>	Penelitian ini membandingkan nilai WQI yang dihitung berdasarkan metode WQI-INA dengan nilai WQI yang dihitung berdasarkan Pencemaran. Metode Index Pencemaran, STORET dan CCME menggunakan data pemantauan Sungai Cirarab (2015-2018). Hasil studi menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode WQI INA memberikan hasil yang konsisten di setiap lokasi pemantauan sedangkan metode STORET memberikan hasil nilai yang sama meskipun data hasil pemantauan sangat berbeda. Metode PI juga memberikan hasil yang cukup berbeda dengan nilai WQI-INA karena rentang Nilai PI terlalu sempit, sehingga tidak mencerminkan kondisi sungai yang sebenarnya. Hasil metode CCME WQI paling mendekati nilai WQI INA tetapi membutuhkan input parameter yang lebih banyak

No	Nama dan tahun	Judul	Hasil
			<p>daripada WQI-INA. Berdasarkan penelitian ini, metode WQI-INA sangat baik untuk dijadikan dikembangkan lebih lanjut karena mudah digunakan dan sederhana tetapi memberikan hasil yang baik untuk penilaian WQI.</p>
12	Hassan, Al-Obaidy, and Shaawiat, 2018	<p><i>Evaluation of Al-Shamiyah River water quality using the Canadian Council of Ministries of the Environment (CCME) water quality index and factor analysis</i></p>	<p>Indeks Kualitas Air Kementerian Lingkungan Kanada (CCME WQI) digunakan untuk menentukan kualitas air Sungai Al-Shamiyah dan kesesuaiannya untuk kehidupan akuatik. Untuk menghitung CCME WQI, satu set enam belas parameter kualitas air dievaluasi: suhu air, kekeruhan, total padatan terlarut (TDS), pH, oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen biologis (BOD5), klorida (Cl), nitrit (NO₂), nitrat reaktif (NO₃), fosfat reaktif (PO₄), dan larut logam berat (kadmium, tembaga, kromium, seng, mangan, timbal). Selain itu, sampel air dikumpulkan setiap bulan dari empat lokasi di sepanjang Sungai Al-Shamiyah selama periode dari Maret 2013 hingga Februari 2014. Menurut analisis CCME WQI, kualitas air Al-Shamiyah berkisar antara 70,1 ke 84,47 di</p>

No	Nama dan tahun	Judul	Hasil
			<p>lokasi yang diteliti, yang dianggap "Adil-Baik", dan jauh di atas "Marginal" kelas. Kualitas air berada pada tingkat yang diinginkan. Kualitas air tampaknya tidak terpengaruh oleh polutan yang mungkin masuk ke sungai, dan tetap pada kualitas yang diperlukan untuk mempertahankan keanekaragaman dan kehidupan air yang sensitif. Hasil PCA mencerminkan tampilan yang baik pada pemantauan kualitas air dan interpretasi air Sungai Al-Shamiyah.</p>

Sumber: Rangkuman dari beberapa sumber, 2022

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel air dilakukan di Sungai Wrati Kecamatan Gempol, Kabupaten Pasuruan. Titik sampel terdiri dari empat lokasi yaitu:

- Titik 1: Gg. Muslim, Gempol, Kec. Gempol ($112^{\circ}41'52.32''\text{E}$ $7^{\circ}32'58.88''\text{S}$): titik ini dipilih karena tempat lokasi yang dinilai paling minim pencemaran)
- Titik 2: Kebonsari, Legok, Kec. Gempol ($112^{\circ}42'23.426''\text{E}$ $7^{\circ}33'22.013''\text{S}$): titik ini dipilih karena tempat lokasi terdapat pemukiman.
- Titik 3: Jl. Raya Gondanglegi, Tempel, Legok, Kec. Gempol, 67155 ($112^{\circ}42'52.527''\text{E}$ $7^{\circ}33'47.139''\text{S}$): titik ini dipilih karena aliran sungai melewati area industri.
- Titik 4: Legok, Kec. Gempol ($112^{\circ}42'38.714''\text{E}$ $7^{\circ}34'5.618''\text{S}$): titik ini dipilih karena aliran sungai melewati area persawahan dan permukiman.

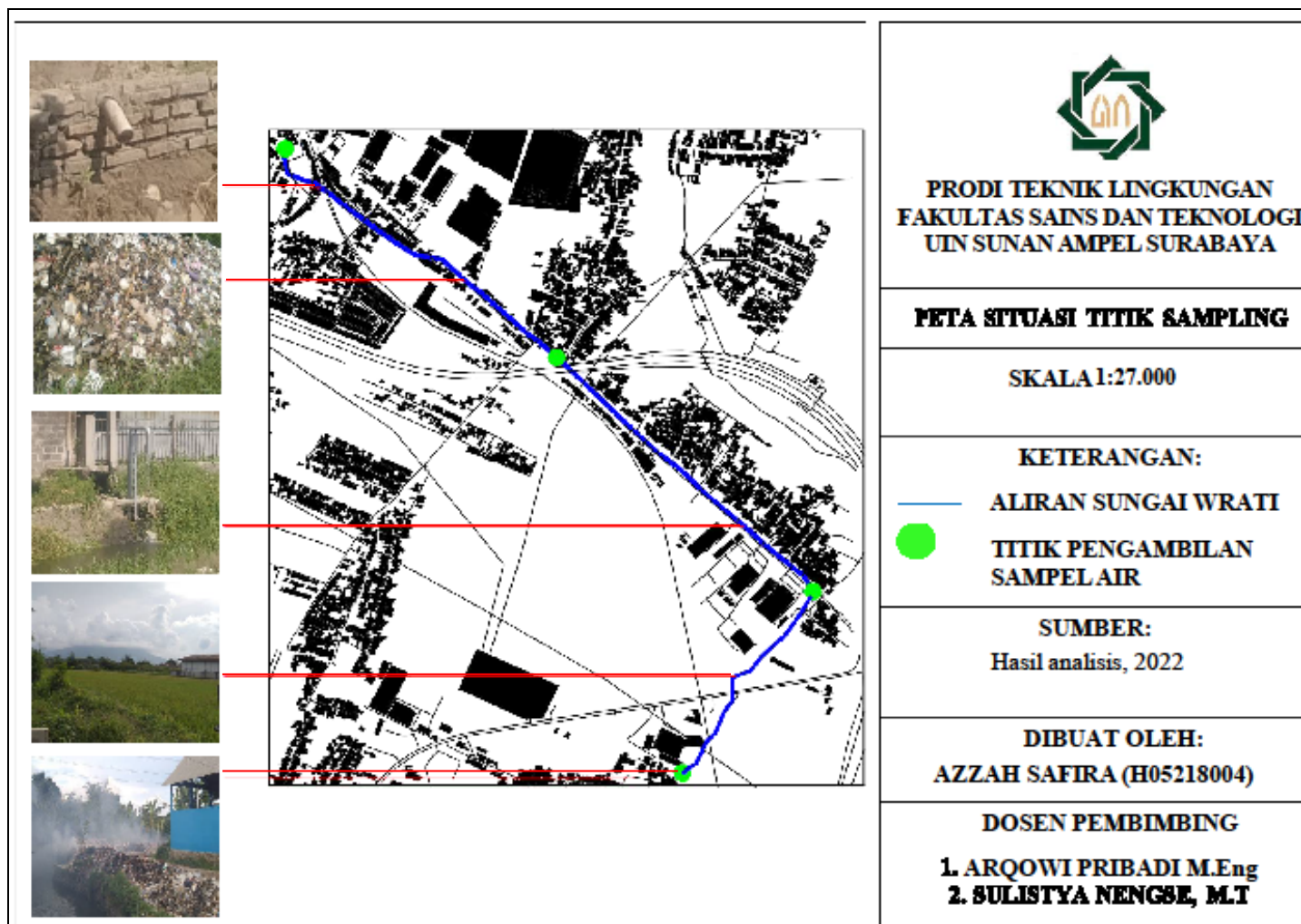
Gambar peta titik pengambilan sampel air ditampilkan dalam Gambar 4.1, sedangkan gambar peta situasi ditampilkan dalam Gambar 3.1

2. Lokasi Pengujian Sampel

Pengujian sampel DO, COD, BOD, fosfat, TSS, TDS, dan warna dilakukan di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto. Parameter TDS, pH, dan temperatur di uji secara *in situ* di lapangan.

3. Waktu Penelitian

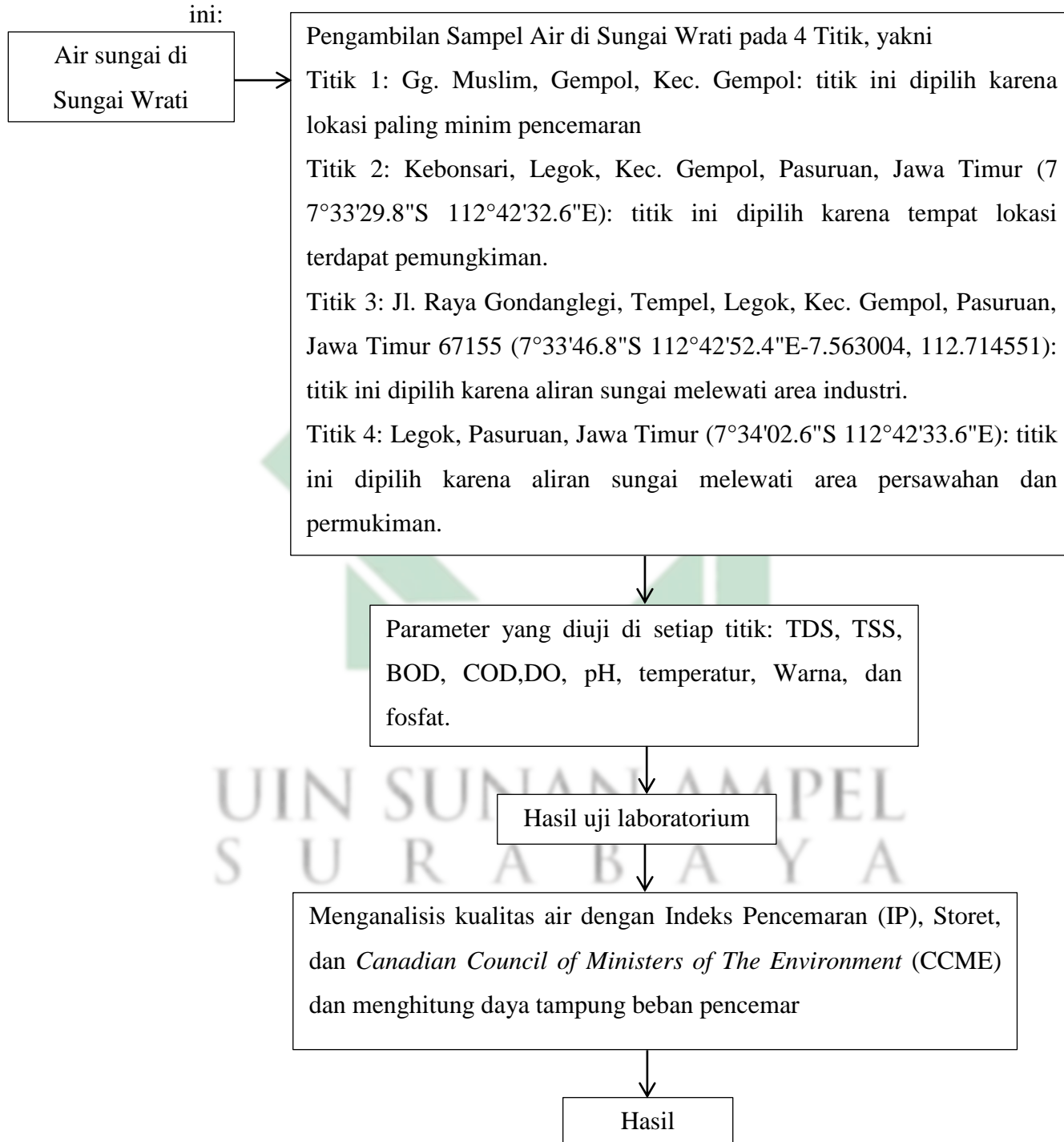
Penelitian dilakukan pada bulan Maret hingga Juni 2022, dengan pengambilan sampel di lapangan di Bulan Maret 2022. Penyusunan laporan dilakukan di Bulan April hingga Bulan Januari 2023.



Gambar 3. 1 Peta Situasi Titik Sampling
Sumber: hasil analisis, 2022

3.2 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian berguna untuk memberikan gambaran umum dengan alur atau alur secara sistematis dan teratur yang sesuai dengan tujuan penelitian. Berikut ini kerangka pikiran yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 3. 2 Kerangka Pikir Penelitian

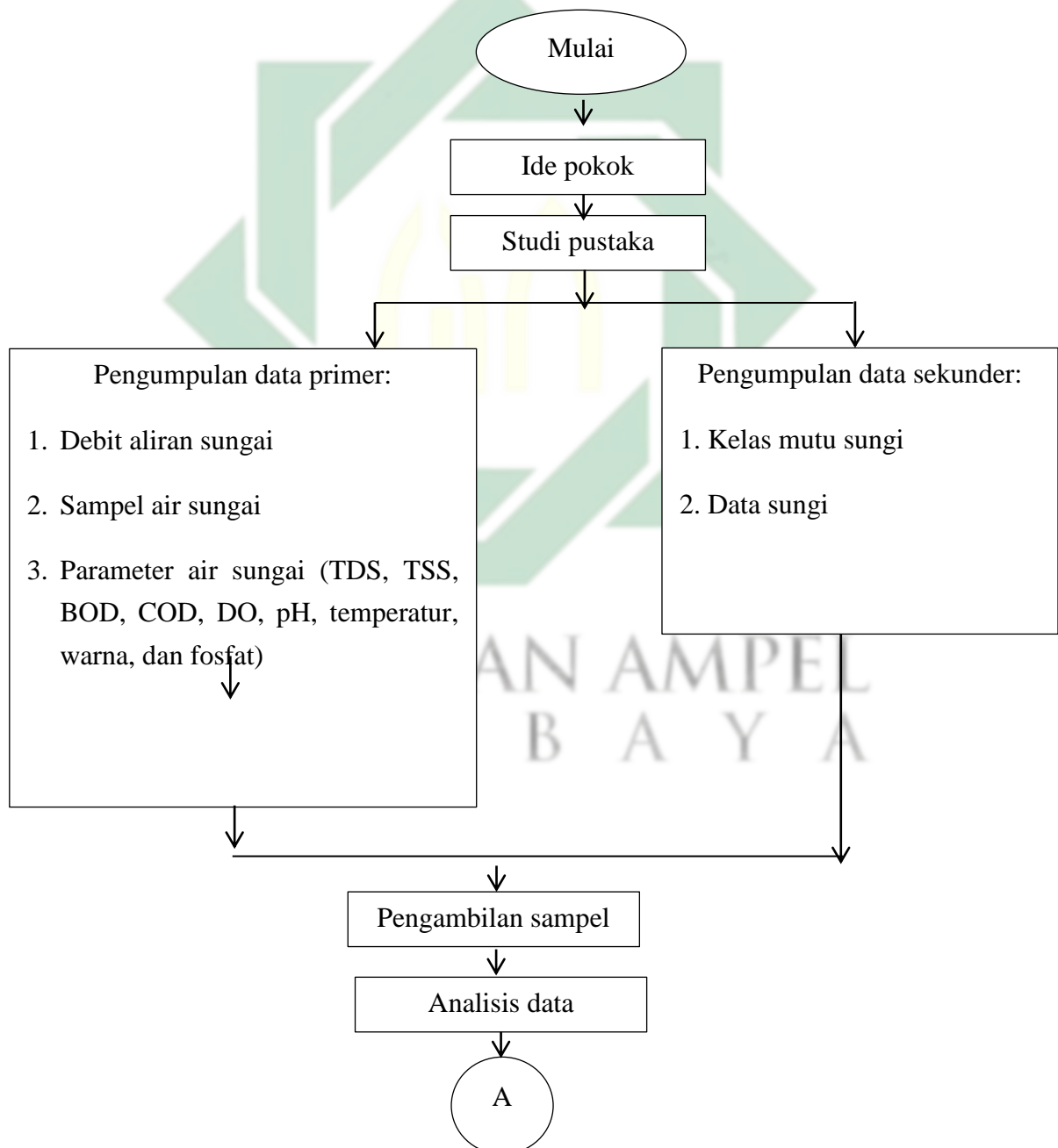
Sumber: Hasil analisis, 2022

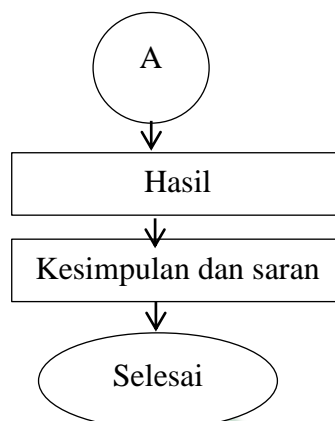
3.3 Tahap Penelitian

Tahap penelitian merupakan langkah-langkah yang dilakukan ketika melaksanakan kegiatan. Langkah-langkah dalam penelitian ini sebagai berikut:

3.3.1 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian bertujuan untuk menampilkan langkah-langkah dalam bentuk diagram sehingga tampilan menjadi lebih sederhana dan terstruktur. Berikut tahap penelitian yang disajikan dalam diagram alir di bawah ini:





Gambar 3. 3 Diagram Alir Kegiatan Penelitian

Sumber: Hasil analisis, 2022

3.3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Pengumpulan data primer

Pengumpulan data primer merupakan kegiatan mengumpulkan data yang dibutuhkan langsung di lapangan.

Berikut merupakan data primer yang diperlukan:

– Debit air sungai

Debit air sungai digunakan sebagai penentu banyaknya titik dan letak kedalaman sampel air sungai yang diambil.

– Sampel air diuji untuk mendapatkan parameter dari empat Titik pengambilan sampel yaitu TDS, TSS, DO, BOD, COD, pH, temperatur, Warna, fosfat.

2. Pengumpulan data sekunder

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

– kelas mutu air

– Geografis sungai

Tabel 3. 1 Metode Pengumpulan Data

Jenis data	Data yang diambil	metode Pengumpulan data	Sumber Data
Primer	Debit air sungai	Pengukuran secara langsung menggunakan	SNI 8066:2015
			Departemen Pekerjaan

Jenis data	Data yang diambil	metode Pengumpulan data	Sumber Data
		<i>current meter</i>	Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air 2009
	Sampel Air	<i>Integrated place sample</i>	SNI 6989.57:2008.
Sekunder	Kelas mutu air	Wawancara	Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Pasuruan
	Data sungai	Wawancara	Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Pasuruan

Sumber: hasil analisis, 2022

3.3.4 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel menggunakan cara *integrated place sample* (sampel gabungan tempat) yaitu beberapa contoh yang diambil dan dicampur di suatu aliran dari beberapa titik yang ditentukan dengan waktu dan volume yang sama yaitu pengambilan sampel secara horizontal (kanan, kiri, dan tengah) (Ahdiaty, Rahmi dan Fitriana 2020).

Berikut merupakan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk kegiatan pengambilan sampel dipaparkan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 3. 2 Alat yang Diperlukan pada Kegiatan Sampling

No.	Alat	Fungsi
1.	<i>Cool box</i>	Tempat penyimpanan air sampel
2.	Meteran	Untuk mengukur lebar dan kedalaman sungai
3.	Jerigen kapasitas 5L	Tempat atau wadah penyimpanan sampel air
4.	pH meter	Mengukur nilai pH air sungai
5.	Termometer	Mengukur nilai temperatur air sungai
6.	DO meter	Mengukur nilai oksigen air sungai
7.	Tali	Untuk mempermudah pengambilan sampel air
8.	Ember	Untuk mempermudah pengambilan sampel air

Sumber: Hasil analisis, 2022

3.3.4 Analisis Data

1. Analisis laboratorium

Parameter yang diukur di langsung di lapangan yaitu: *Total Total Dissolved Solid* (TDS), temperatur, dan pH. Sedangkan parameter *Suspended Solid* (TSS), warna, *Dissolved Oxygen* (DO), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan fosfat di ukur di laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto. Perhitungan Debit Sungai

Pengukuran debit sungai dengan mengukur lebar sungai, kedalaman sungai dan mengukur aliran arus sungai dengan alat *current meter*. Pengambilan data tersebut berdasarkan SNI 8066:2015 dan Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air 2009 Pembahasan debit sungai pada sub bab 2.7. setelah didapatkan debit sungai dibandingkan dengan kriteria titik pengambilan sampel pada sub bab 2.7

2. Perhitungan Indeks Pencemaran (IP)

Menganalisis hasil perhitungan dari Indeks Pencemaran untuk mendapatkan gambaran sungai tersebut tercemar atau tidak. Pembahasan mengenai Indeks Pencemaran (IP) di sub bab 2.8.

3. Perhitungan Storet

Menganalisis hasil perhitungan dari Indeks Pencemaran untuk mendapatkan gambaran sungai tersebut tercemar atau tidak. Pembahasan mengenai storet) di sub bab 2.9

4. *Perhitungan Canadian Council of Ministers of The Environment* (CCME)

Menganalisis hasil perhitungan dari Indeks Pencemaran untuk mendapatkan gambaran sungai tersebut tercemar atau tidak. Pembahasan mengenai *Canadian Council of Ministers of The Environment* (CCME) di sub bab 2.10

5. Perhitungan daya tampung beban pencemar

Menganalisis perhitungan daya tampung beban pencemaran untuk mengetahui seberapa besar beban pencemaran yang terdapat

dalam Sungai Wrati. Pembahasan mengenai daya tampung beban pencemaran di sub bab 2.10

3.3.5 Pengolahan Data dan Penyusunan Laporan

Pada tahap pengolahan data diperlukan untuk mendapatkan jawaban atas rumusan masalah diatas, data dianalisis dan dibandingkan dengan baku mutu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 kemudian hasil dari pengolahan data tersebut dipaparkan dan disusun di dalam laporan



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Titik Pengambilan Sampel

Panjang Sungai Wrati yang diteliti memiliki panjang 4,2 km yang berasal dari aliran Sungai Sadar Kabupaten Mojokerto. Titik lokasi pengambilan pertama sebagai hulu berlokasi di Kelurahan Gempol hingga titik keempat sebagai hilir berlokasi di Kelurahan Legok. Pengambilan sampel air pada penelitian ini dibagi menjadi empat titik pengambilan sampel air. Pembagian titik ini berdasarkan adanya kesesuaian karakteristik kualitas air sungai yaitu masuknya beban pencemar ke badan air. Penentuan titik ini bertujuan untuk memudahkan analisis perubahan kualitas air sepanjang aliran Sungai Wrati.

Pengambilan sampel air dengan memanfaatkan jembatan untuk memudahkan pengambilan sampel air sungai dan data hidrologi sungai seperti kecepatan aliran. Peta titik pengambilan sampel ditampilkan pada Gambar 4.1 di bawah ini. sedangkan jarak tiap titik pengambilan sampel ditampilkan pada Tabel 4.1 di bawah ini:

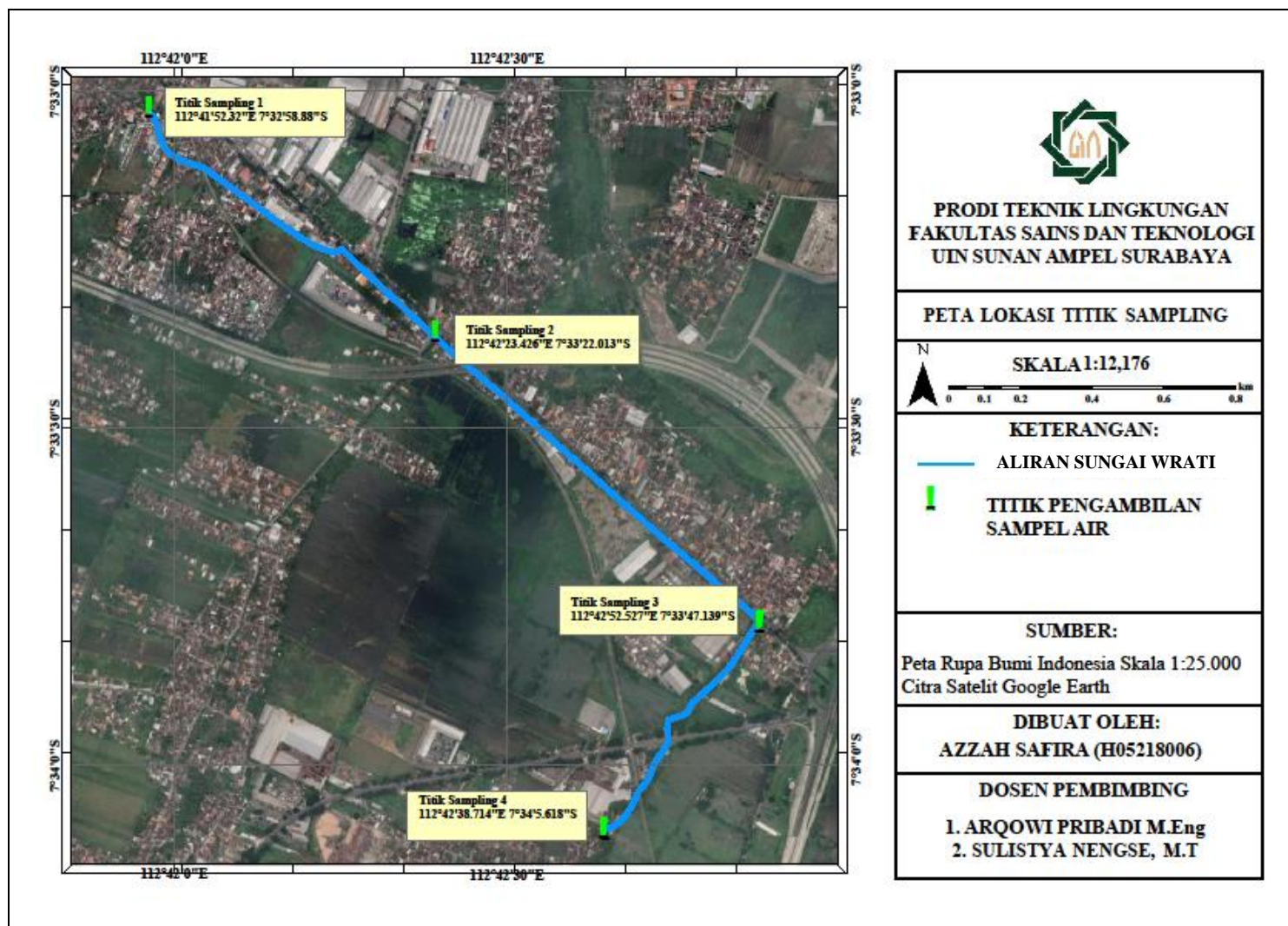
Tabel 4. 1 Jarak Antara Titik Sampling

Titik sampling	Jarak Panjang Sungai (km)
1-2	2,1
2-3	0,7
3-4	1,4

Sumber: hasil analisis, 2022

1. Titik 1

Titik 1 merupakan titik awal atau hulu. Pada titik ini didasarkan lokasi yang paling minim sumber pencemar dibandingkan dengan aliran yang sesudah melewati titik ini. Titik 1 terletak di hulu. Terdapat area permukiman disekitar area pengambilan sampel air di titik 1. Gambar pengambilan sampel air dan kondisi sekitar titik 1 ditampilkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 1 Peta Titik Pengambilan Sampel



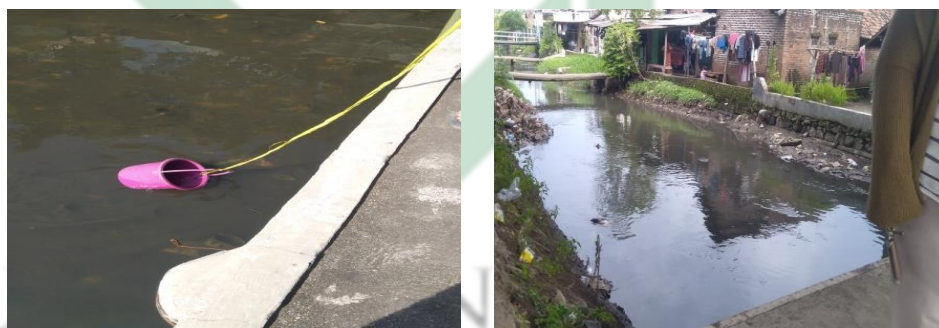
(a)

(b)

Gambar 4. 2 (a) Pengambilan Sampel Air di Titik 1; (b) Kondisi Sekitar Titik 1

2. Titik 2

Titik 2 merupakan titik satu ke dua yang memiliki panjang 2,1 km. Pada titik ini didasarkan adanya *point source* dari permukiman yang berupa limbah domestik yang masuk ke badan air. Titik 1 berada di titik pengambilan sampel di hulu sedangkan titik 2 merupakan titik pengambilan sampel ke dua. Pengambilan sampel air dan kondisi sekitar titik 2 ditampilkan dalam Gambar 4.4



(a)

(b)

Gambar 4. 3 (a) Pengambilan Sampel Air di Titik 2; (b) Kondisi Sekitar Titik 2

3. Titik 3

Titik 3 merupakan titik sampling dari titik kedua menuju titik ketiga yang memiliki panjang 0,7 km. Penentuan titik ini didasarkan adanya *point source* dari industri yang berupa hasil limbah produksi dan *outlet* dari IPAL yang masuk ke badan air. Titik 3 berada di titik pengambilan sampel ke tiga sedangkan titik dua merupakan titik pengambilan sampel

kedua. Pengambilan sampel air dan kondisi sekitar titik 3 ditampilkan dalam Gambar 4.5 berikut:



Gambar 4. 4 (a) Pengambilan Sampel Air di Titik 3; (b) Kondisi Sekitar Titik 3

4. Titik 4

Titik 4 merupakan titik sampling ketiga menuju titik keempat yang memiliki panjang 1,4 km. Pada titik ini didasarkan adanya *point source* dari pertanian yang dapat berupa sisa pestisida dan pupuk yang masuk ke badan air. Kondisi di sekitar titik 3 juga terdapat tempat pembuangan sampah. Titik 3 berada di titik pengambilan sampel ketiga sedangkan titik 4 merupakan titik pengambilan sampel keempat. Pengambilan sampel air dan kondisi sekitar titik 4 ditampilkan dalam Gambar 4.6.



Gambar 4. 5 (a) Pengambilan Sampel Air di Titik 4; (b) Kondisi Sekitar Titik 4

4.2 Pengukuran Debit

Debit sungai diukur secara langsung menggunakan *current meter*. Adapun lebar sungai diukur menggunakan meteran dan didapatkan data lebar tiap titik pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4. 2 Lebar Sungai Titik 1-4

Titik Pengambilan sampel	Lebar Sungai (m)
Titik 1	6,1
Titik 2	7,5
Titik 3	9,47
Titik 4	6,04

Sumber: hasil analisis, 2022

Setelah didapatkan lebar sungai, lebar sungai tersebut dibagi menjadi 20 pias dikarenakan dasaran sungai yang tidak rata (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2009). Pada setiap pias diukur kedalaman dan kecepatan arus sungai.

1. Perhitungan debit titik 1

Detail gambar penampang basah di titik ditampilkan pada gambar dan contoh perhitungan debit pada a_1 di titik 1 di ditampilkan di bawah ini:

– Perhitungan Luas a_1

Luas a_1 dihitung dengan rumus 2.1

Diketahui:

$$X = 1$$

$$b_2 = 61 \text{ cm}$$

$$b_0 = 0 \text{ cm}$$

$$d_1 = 34 \text{ cm}$$

Ditanya:

Luas a_1

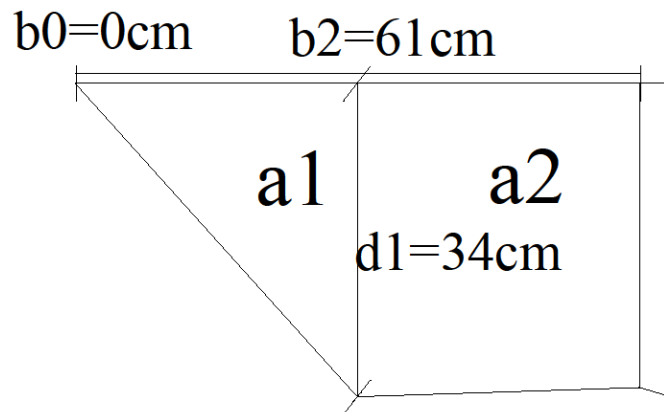
Jawab:

$$a_x = \frac{b_{(x+1)} - b_{(x-1)}}{2} d_x$$

$$a_1 = \frac{61 \text{ cm} - 0 \text{ cm}}{2} 34 \text{ cm}$$

$$= 0,1037 \text{ m}^2$$

Sehingga didapatkan luas penampang a_1 titik 1 sebesar $0,1037 \text{ m}^2$



Gambar 4. 6 Detail Penampang Basah di Titik 1

Sumber: analisis pribadi, 2022

- Perhitungan debit a_1

Debit a_1 dihitung dengan rumus 2.8

Diketahui:

$$V_1 = 0,1 \text{ m/s}$$

$$a_1 = 0,1037 \text{ m}^2$$

Ditanya:

Debit a_1

Jawab:

$$Q_x = V_x a_x$$

$$Q_1 = 0,1 \text{ m/s} \times 0,1037 \text{ m}^2$$

$$= 0,01037 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sehingga didapatkan debit a_1 pada titik 1 sebesar $0,01037 \text{ m}^3/\text{s}$

Perhitungan total luas penampang dan debit total titik 1 ditampilkan di bawah ini:

- Perhitungan total luas titik 1

Total luas penampang titik 1 dihitung dengan rumus 2.2

Diketahui:

$$n = 20$$

$$a_{1-20} = \text{total luas penampang dari } a_1 \text{--} a_{20}$$

Ditanya:

Total luas penampang titik 1

Jawab:

$$A = \sum_{x=1}^n a_x$$

$$A = \sum_{x=1}^{20} a_{1-20}$$

$$= 2,7358 \text{ m}^2$$

Sehingga didapatkan total luas penampang titik 1 seluas 2,7358 m²

– Perhitungan debit total titik 1

Debit total dihitung dengan rumus 2.9

Diketahui:

$$n = 20$$

q_{1-20} = total debit dari q_1 - q_{20}

Ditanya:

Jawab:

$$Q = \sum_{x=1}^n q_x$$

$$Q = \sum_{x=1}^{20} q_{1-20}$$

$$= 0,357765 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sehingga didapatkan debit total titik 1 sebesar 0,357765 m³/s

Tabel perhitungan debit secara keseluruhan di titik 1 ditampilkan dalam Tabel 4.3 berikut:

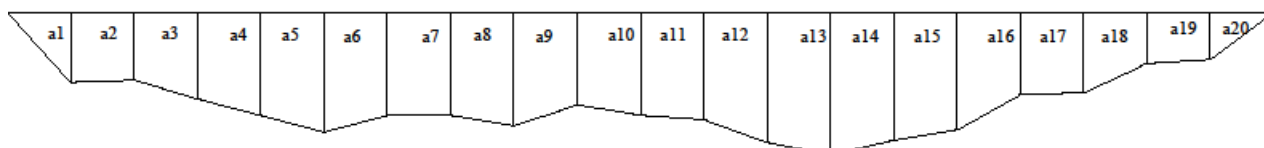
Tabel 4. 3 Data Pengukuran Debit Titik 1

Luas penampang	Rai (cm)	Lebar (cm)	Dalam (cm)	Dalam Kincir (cm)	Waktu	Kecepatan (m/s)		Luas (m ²)	Debit (m ³ /s)
						Pada Titik	Rata-rata		
	0	0	Muka Air Kiri						
a ₁	30,5	30,5	34	20,4	40"	0,1	0,1	0,1037	0,01037
a ₂	61	30,5	33	19,8	40"	0,1	0,1	0,10065	0,01007
a ₃	91,5	30,5	42	25,2	40"	0,1	0,1	0,1281	0,01281
a ₄	122	30,5	50	30	40"	0,1	0,1	0,1525	0,01525
a ₅	152,5	30,5	58	34,8	40"	0,2	0,2	0,1769	0,03538
a ₆	183	30,5	50	30	40"	0,1	0,1	0,1525	0,01525
a ₇	213,5	30,5	50	30	40"	0,1	0,1	0,1525	0,01525

Luas penampang	Rai (cm)	Lebar (cm)	Dalam (cm)	Dalam Kincir (cm)	Waktu	Kecepatan (m/s)		Luas (m ²)	Debit (m ³ /s)
						Pada Titik	Rata-rata		
a ₈	244	30,5	55	33	40"	0,1	0,1	0,16775	0,01678
a ₉	274,5	30,5	45	27	40"	0,1	0,1	0,13725	0,01373
a ₁₀	305	30,5	50	30	40"	0,1	0,1	0,1525	0,01525
a ₁₁	335,5	30,5	52	31,2	40"	0,1	0,1	0,1586	0,01586
a ₁₂	366	30,5	63	37,8	40"	0,2	0,2	0,19215	0,03843
a ₁₃	396,5	30,5	69	41,4	40"	0,3	0,3	0,21045	0,06314
a ₁₄	427	30,5	62	37,2	40"	0,1	0,1	0,1891	0,01891
a ₁₅	457,5	30,5	57	34,2	40"	0,1	0,1	0,17385	0,01739
a ₁₆	488	30,5	40	24	40"	0,2	0,2	0,122	0,0244
a ₁₇	518,5	30,5	39	23,4	40"	0,1	0,1	0,11895	0,0119
a ₁₈	549	30,5	25	15	40"	0,1	0,1	0,07625	0,00763
a ₁₉	579,5	30,5	23	13,8	40"	0	0	0,07015	0
a ₂₀	610	0	0	Muka Air Kanan				2,73585	0,357765

Sumber: hasil analisis, 2022

Gambar penampang basah ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 4. 7 Gambar Penampang Basah Titik 1

Sumber: hasil analisis, 2022

2. Perhitungan debit titik 2

Contoh perhitungan debit pada a₁ di titik 2 di ditampilkan di bawah ini:

– Perhitungan Luas a₁

Luas a₁ dihitung dengan rumus 2.1

Diketahui:

$$X = 1$$

$$b_2 = 75 \text{ cm}$$

$$b_0 = 0 \text{ cm}$$

$$d_1 = 41 \text{ cm}$$

Ditanya:

Luas a₁

Jawab:

$$a_x = \frac{b_{(x+1)} - b_{(x-1)}}{2} d_x$$

$$a_1 = \frac{75 \text{ cm} - 0 \text{ cm}}{2} 41 \text{ cm}$$

$$= 0,15375 \text{ m}^2$$

Sehingga didapatkan luas penampang a_1 titik 2 sebesar $0,15375 \text{ m}^2$

– Perhitungan debit a_1

Debit a_1 dihitung dengan rumus 2.8

Diketahui:

$$V_1 = 0,1 \text{ m/s}$$

$$a_1 = 0,14063 \text{ m}^2$$

Ditanya:

Debit a_1

Jawab:

$$Q_x = V_x a_x$$

$$Q_1 = 0,1 \text{ m/s} \cdot 0,14063 \text{ m}^2$$

$$= 0,01406 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sehingga didapatkan debit a_1 pada titik 2 sebesar $0,01406 \text{ m}^3/\text{s}$

Perhitungan total luas penampang dan debit total titik 2 ditampilkan di bawah ini:

– Perhitungan total luas titik 2

Total luas penampang titik 1 dihitung dengan rumus 2.2

Diketahui:

$$n = 20$$

$$a_{1-20} = \text{total luas penampang dari } a_1 - a_{20}$$

Ditanya:

Total luas penampang titik 2

Jawab:

$$A = \sum_{x=1}^n a_x$$

$$A = \sum_{x=1}^{20} a_{1-20}$$

$$= 2,67188 \text{ m}^2$$

Sehingga didapatkan total luas penampang titik 2 seluas 2,67188 m²

- Perhitungan debit total titik 2

Debit total dihitung dengan rumus 2.9

Diketahui:

$$n = 20$$

q_{1-20} = total debit dari q_1 - q_{20}

Ditanya:

Jawab:

$$Q = \sum_{x=1}^n q_x$$

$$Q = \sum_{x=1}^{20} q_{1-20}$$

$$= 0,49219 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sehingga didapatkan debit total titik 2 sebesar 0,49219 m³/s

Tabel perhitungan debit secara keseluruhan di titik 2 ditampilkan dalam

Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4. 4 Data Pengukuran Debit Titik 2

Luas penampang	Rai (cm)	Lebar (cm)	Dalam (cm)	Dalam Kincir (cm)	Waktu	Kecepatan (m/s)		Luas (m ²)	Debit (m ³ /s)
						Pada Titik	Rata-rata		
	0	0	Muka Air Kanan						
a ₁	37,5	37,5	41	24,6	40"	0,1	0,1	0,14063	0,01406
a ₂	75	37,5	59	35,4	40"	0,2	0,2	0,14063	0,02813
a ₃	112,5	37,5	43	25,8	40"	0,1	0,1	0,14063	0,01406
a ₄	150	37,5	49	29,4	40"	0,1	0,1	0,14063	0,01406
a ₅	187,5	37,5	40	24	40"	0,1	0,1	0,14063	0,01406
a ₆	225	37,5	49	29,4	40"	0,2	0,2	0,14063	0,02813
a ₇	262,5	37,5	40	24	40"	0,2	0,2	0,14063	0,02813
a ₈	300	37,5	48	28,8	40"	0,3	0,3	0,14063	0,04219
a ₉	337,5	37,5	50	30	40"	0,2	0,2	0,14063	0,02813
a ₁₀	375	37,5	50	30	40"	0,1	0,1	0,14063	0,01406
a ₁₁	412,5	37,5	56	33,6	40"	0,3	0,3	0,14063	0,04219
a ₁₂	450	37,5	40	24	40"	0,1	0,1	0,14063	0,01406
a ₁₃	487,5	37,5	42	25,2	40"	0,1	0,1	0,14063	0,01406

Luas penampang	Rai (cm)	Lebar (cm)	Dalam (cm)	Dalam Kincir (cm)	Waktu	Kecepatan (m/s)		Luas (m ²)	Debit (m ³ /s)
						Pada Titik	Rata-rata		
a ₁₄	525	37,5	40	24	40"	0,2	0,2	0,14063	0,02813
a ₁₅	562,5	37,5	55	33	40"	0,2	0,2	0,14063	0,02813
a ₁₆	600	37,5	55	33	40"	0,2	0,2	0,14063	0,02813
a ₁₇	637,5	37,5	67	40,2	40"	0,2	0,2	0,14063	0,02813
a ₁₈	675	37,5	68	40,8	40"	0,3	0,3	0,14063	0,04219
a ₁₉	712,5	37,5	61	36,6	40"	0,3	0,3	0,14063	0,04219
a ₂₀	750	0	0		Muka Air Kiri			2,67188	0,49219

Sumber: hasil analisis, 2022

Gambar penampang basah titik 2 ditampilkan dalam gambar di bawah ini:



Gambar 4. 8 Penampang Basah Titik 2

Sumber: hasil analisis, 2022

3. Perhitungan debit titik 3

Contoh perhitungan debit pada a₁ di titik 3 di ditampilkan di bawah ini:

– Perhitungan Luas a₁

Luas a₁ dihitung dengan rumus 2.1

Diketahui:

$$X = 1$$

$$b_2 = 94,7 \text{ cm}$$

$$b_0 = 0 \text{ cm}$$

$$d_1 = 110 \text{ cm}$$

Ditanya:

Luas a₁

Jawab:

$$a_x = \frac{b_{(x+1)} - b_{(x-1)}}{2} d_x$$

$$a_1 = \frac{94,7 \text{ cm} - 0 \text{ cm}}{2} 110 \text{ cm}$$

$$= 0,2242 \text{ m}^2$$

Sehingga didapatkan luas penampang a_1 titik 3 sebesar $0,2242 \text{ m}^2$

- Perhitungan debit a_1

Debit a_1 dihitung dengan rumus 2.8

Diketahui:

$$V_1 = 0,15 \text{ m/s}$$

$$a_1 = 0,2242 \text{ m}^2$$

Ditanya:

Debit a_1

Jawab:

$$Q_x = V_x a_x$$

$$Q_1 = 0,15 \text{ m/s} \cdot 0,2242 \text{ m}^2$$

$$= 0,034 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sehingga didapatkan debit a_1 pada titik 3 sebesar $0,034 \text{ m}^3/\text{s}$

Perhitungan total luas penampang dan debit total titik 3 ditampilkan di bawah ini:

- Perhitungan total luas titik 3

Total luas penampang titik 1 dihitung dengan rumus 2.2

Diketahui:

$$n = 20$$

$$a_{1-20} = \text{total luas penampang dari } a_1 \text{--} a_{20}$$

Ditanya:

Total luas penampang titik 3

Jawab:

$$A = \sum_{x=1}^n a_x$$

$$A = \sum_{x=1}^{20} a_{1-20}$$

$$= 23,4291 \text{ m}^2$$

Sehingga didapatkan total luas penampang titik 3 seluas $23,4291 \text{ m}^2$

- Perhitungan debit total titik 3

Debit total dihitung dengan rumus 2.9

Diketahui:

$$n = 20$$

q_{1-20} = total debit dari q_1 - q_{20}

Ditanya:

Jawab:

$$Q = \sum_{x=1}^n q_x$$

$$Q = \sum_{x=1}^{20} q_{1-20}$$

$$= 4,921 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sehingga didapatkan debit total titik 3 sebesar $4,921 \text{ m}^3/\text{s}$

Tabel perhitungan debit secara keseluruhan di titik 3 ditampilkan dalam tabel 4.5 berikut:

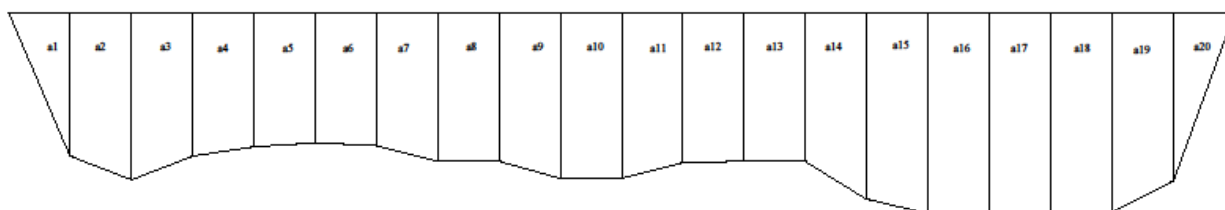
Tabel 4. 5 Data Pengukuran Debit Titik 3

Luas penampang	Rai (cm)	Lebar (cm)	Dalam (cm)	Dalam Kincir (cm)	Waktu	Kecepatan (m/s)		Luas (m ²)	Debit (m ³ /s)
						Pada Titik	Rata-rata		
	0	0	Muka Air Kanan						
a ₁	47,35	47,35	110	22 88	40"	0,2 0,1	0,15	0,2242	0,034
a ₂	94,7	47,35	128	25,6 102,4	40"	0,3 0,1	0,2	0,3363	0,067
a ₃	142,05	47,35	110	22 88	40"	0,2 0,2	0,2	0,4484	0,09
a ₄	189,4	47,35	103	20,6 82,4	40"	0,2 0,1	0,15	0,56051	0,084
a ₅	236,75	47,35	100	20 80	40"	0,2 0,2	0,2	0,67261	0,135
a ₆	284,1	47,35	102	20,4 81,6	40"	0,3 0,3	0,3	0,78471	0,235
a ₇	331,45	47,35	114	22,8 91,2	40"	0,4 0,3	0,35	0,89681	0,314
a ₈	378,8	47,35	114	22,8 91,2	40"	0,3 0,1	0,2	1,00891	0,202
a ₉	426,15	47,35	127	25,4 101,6	40"	0,3 0,1	0,2	1,12101	0,224
a ₁₀	473,5	47,35	127	25,4 101,6	40"	0,2 0,2	0,2	1,23311	0,247

Luas penampang	Rai (cm)	Lebar (cm)	Dalam (cm)	Dalam Kincir (cm)	Waktu	Kecepatan (m/s)		Luas (m ²)	Debit (m ³ /s)
						Pada Titik	Rata-rata		
a ₁₁	520,85	47,35	115	23	40"	0,2	0,15	1,34521	0,202
				92		0,1			
a ₁₂	568,2	47,35	114	22,8	40"	0,1	0,1	1,45731	0,146
				91,2		0,1			
a ₁₃	615,55	47,35	114	22,8	40"	0,3	0,2	1,56942	0,314
				91,2		0,1			
a ₁₄	662,9	47,35	143	28,6	40"	0,3	0,25	1,68152	0,42
				114,4		0,2			
a ₁₅	710,25	47,35	154	30,8	40"	0,2	0,2	1,79362	0,359
				123,2		0,2			
a ₁₆	757,6	47,35	153	30,6	40"	0,3	0,25	1,90572	0,476
				122,4		0,2			
a ₁₇	804,95	47,35	154	30,8	40"	0,2	0,25	2,01782	0,504
				123,2		0,3			
a ₁₈	852,3	47,35	153	30,6	40"	0,2	0,25	2,12992	0,532
				122,4		0,3			
a ₁₉	899,65	47,35	129	25,8	40"	0,2	0,15	2,24202	0,336
				103,2		0,1			
a ₂₀	947	0	0	Muka Air Kiri				23,4291	4,921

Sumber: hasil analisis, 2022

Gambar penampang basah titik 3 ditampilkan dalam gambar di bawah ini:



Gambar 4. 9 Penampang Basah Titik 3

Sumber: hasil analisis, 2022

4. Perhitungan debit titik 4

Contoh perhitungan debit pada a₁ di titik 4 di ditampilkan di bawah ini:

– Perhitungan Luas a₁

Luas a₁ dihitung dengan rumus 2.1

Diketahui:

$$X = 1$$

$$b_2 = 60,4 \text{ cm}$$

$$b_0 = 0 \text{ cm}$$

$$d_1 = 35 \text{ cm}$$

Ditanya:

Luas a_1

Jawab:

$$a_x = \frac{b_{(x+1)} - b_{(x-1)}}{2} d_x$$

$$a_1 = \frac{60,4 \text{ cm} - 0 \text{ cm}}{2} 35 \text{ cm}$$

$$= 0,0912 \text{ m}^2$$

Sehingga didapatkan luas penampang a_1 titik 4 sebesar $0,0912 \text{ m}^2$

– Perhitungan debit a_1

Debit a_1 dihitung dengan rumus 2.8

Diketahui:

$$V_1 = 0,1 \text{ m/s}$$

$$a_1 = 0,0912 \text{ m}^2$$

Ditanya:

Debit a_1

Jawab:

$$Q_x = V_x a_x$$

$$Q_1 = 0,1 \text{ m/s} \cdot 0,0912 \text{ m}^2$$

$$= 0,00912 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sehingga didapatkan debit a_1 pada titik 3 sebesar $0,00912 \text{ m}^3/\text{s}$

Perhitungan total luas penampang dan debit total titik 4 ditampilkan di bawah ini:

– Perhitungan total luas titik 4

Total luas penampang titik 1 dihitung dengan rumus 2.2

Diketahui:

$$n = 20$$

a_{1-20} = total luas penampang dari a_1 - a_{20}

Ditanya:

Total luas penampang titik 4

Jawab:

$$A = \sum_{x=1}^n a_x$$

$$A = \sum_{x=1}^{20} a_{1-20}$$

$$= 1,73288 \text{ m}^2$$

Sehingga didapatkan total luas penampang titik 4 seluas 1,73288 m²

– Perhitungan debit total titik 4

Debit total dihitung dengan rumus 2.9

Diketahui:

$$n = 20$$

q_{1-20} = total debit dari q_1 - q_{20}

Ditanya:

Jawab:

$$Q = \sum_{x=1}^n q_x$$

$$Q = \sum_{x=1}^{20} q_{1-20}$$

$$= 0,34658 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sehingga didapatkan debit total titik 4 sebesar 0,34658 m³/s

Tabel perhitungan debit secara keseluruhan di titik 4 ditampilkan dalam Tabel 4.6 berikut:

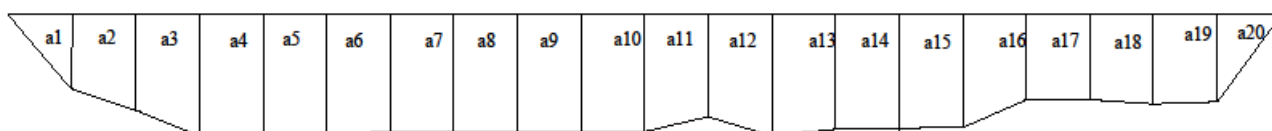
Tabel 4. 6 Data Pengukuran Debit Titik 4

Luas penampang	Rai (cm)	Lebar (cm)	Dalam (cm)	Dalam Kincir (cm)	Waktu	Kecepatan (m/s)		Luas (m ²)	Debit (m ³ /s)
						Pada Titik	Rata-rata		
	0	0	Muka Air Kiri						
a ₁	30,2	30,2	35	21	40"	0,1	0,1	0,0912	0,00912
a ₂	60,4	30,2	45	27	40"	0,1	0,1	0,0912	0,00912
a ₃	90,6	30,2	57	34,2	40"	0,2	0,2	0,0912	0,01824
a ₄	120,8	30,2	57	34,2	40"	0,2	0,2	0,0912	0,01824
a ₅	151	30,2	57	34,2	40"	0,3	0,3	0,0912	0,02736

Luas penampang	Rai (cm)	Lebar (cm)	Dalam (cm)	Dalam Kincir (cm)	Waktu	Kecepatan (m/s)		Luas (m ²)	Debit (m ³ /s)
						Pada Titik	Rata-rata		
a ₆	181,2	30,2	55	33	40"	0,1	0,1	0,0912	0,00912
a ₇	211,4	30,2	55	33	40"	0,1	0,1	0,0912	0,00912
a ₈	241,6	30,2	55	33	40"	0,2	0,2	0,0912	0,01824
a ₉	271,8	30,2	55	33	40"	0,3	0,3	0,0912	0,02736
a ₁₀	302	30,2	55	33	40"	0,2	0,2	0,0912	0,01824
a ₁₁	332,2	30,2	48	28,8	40"	0,3	0,3	0,0912	0,02736
a ₁₂	362,4	30,2	57	34,2	40"	0,3	0,3	0,0912	0,02736
a ₁₃	392,6	30,2	54	32,4	40"	0,1	0,1	0,0912	0,00912
a ₁₄	422,8	30,2	55	33	40"	0,2	0,2	0,0912	0,01824
a ₁₅	453	30,2	53	31,8	40"	0,3	0,3	0,0912	0,02736
a ₁₆	483,2	30,2	40	24	40"	0,1	0,1	0,0912	0,00912
a ₁₇	513,4	30,2	40	24	40"	0,3	0,3	0,0912	0,02736
a ₁₈	543,6	30,2	42	25,2	40"	0,2	0,2	0,0912	0,01824
a ₁₉	573,8	30,2	41	24,6	40"	0,2	0,2	0,0912	0,01824
a ₂₀	604	0	0	0	Muka Air Kanan			1,73288	0,34658

Sumber: hasil analisis, 2022

Gambar penampang basah titik 4 ditampilkan dalam gambar di bawah ini:



Gambar 4. 10 Penampang Basah Titik 4

4.3 Kualitas Air Sungai

Data kualitas air sungai didapatkan dengan mengambil sampel dari titik satu hingga titik empat. Kegiatan pengambilan sampel air dilakukan dua kali pada tanggal 24 Agustus 2022 dimulai pada pukul 07.00 dan 11.00 WIB. Sampel air diambil pada 07.00 WIB dikarenakan aktivitas domestik tinggi pada pagi hari sedangkan pada pukul 11.00 WIB industri sedang beraktivitas pada siang hari.

Debit air sungai berdasarkan Tabel 4.3-4.6 didapatkan 0,357765 hingga 4,921 sehingga berdasarkan SNI 8066:2015 pada debit di bawah 5 m³/s dilakukan pengambilan sampel air di 1 titik dengan ke dalam 0,5 kedalaman sungai dari permukaan air

Alat dan tempat penyimpanan sampel air dibilas terlebih dahulu menggunakan sampel air sungai. Pada setiap titik sampel air sungai diambil menggunakan ember plastik dan dimasukkan ke dalam jerigen kapasitas 5 liter kemudian disimpan dalam *cooler box* yang bertujuan untuk mengawetkan sampel. Pengukuran parameter temperatur pH, dan TDS dilakukan secara *in situ* sedangkan untuk parameter TSS, warna, COD, BOD, DO, dan fosfat diuji di laboratorium. Data primer hasil pengujian tersebut dibandingkan dengan baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 pada kelas 2.

4.3.1 Temperatur

Pengukuran parameter temperatur dilakukan secara *in situ* dengan menggunakan termometer. Hasil dari pengukuran temperatur sampel air Sungai Wrati pada setiap titik dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 yang ditampilkan pada tabel dan diagram di bawah ini:

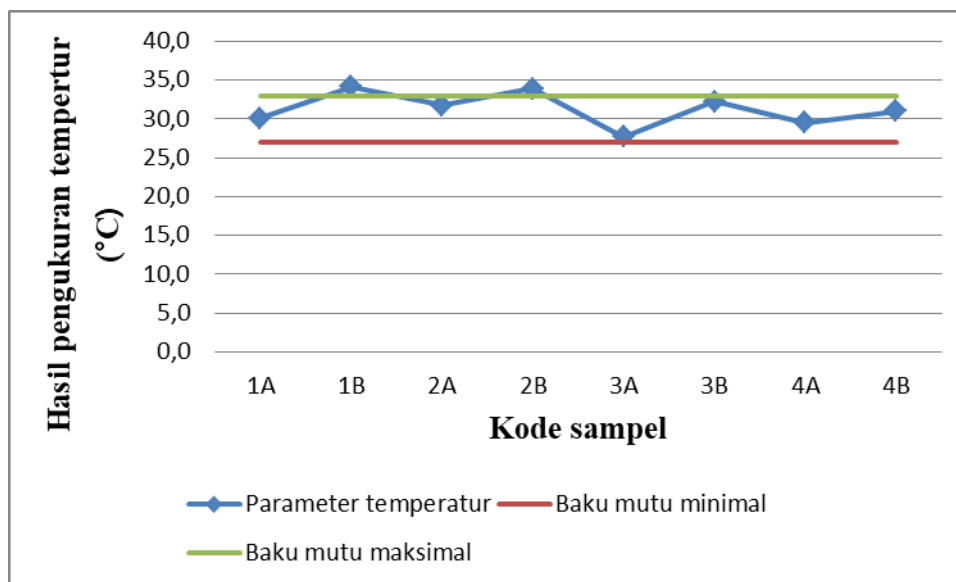
Tabel 4. 7 Nilai Parameter Temperatur

Titik pengambilan Sampel	Kode Sampel	Temperatur (°C)	Baku mutu (°C)	Keterangan
Titik 1	1A	30,1	Dev 3	Memenuhi baku mutu
	1B	34,1		Tidak memenuhi baku mutu
Titik 2	2A	31,7		Memenuhi baku mutu
	2B	33,9		Tidak memenuhi baku mutu
Titik 3	3A	27,7		Memenuhi baku mutu
	3B	32,2		Memenuhi baku mutu
Titik 4	4A	29,5		Memenuhi baku mutu
	4B	31		Memenuhi baku mutu

Sumber: hasil analisis, 2022

Baku mutu parameter temperatur kelas II berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 kelas II yaitu Dev 3, yang berarti rentang temperatur kurang dari dan lebih dari temperatur udara ambien, sehingga temperatur udara ambien pada hari pengukuran 30°C maka didapatkan rentang temperatur antara 27°C- 33°C.

Tabel 4.7 dan Gambar 4.11 didapatkan temperatur paling rendah pada 27,7°C pada sampel 3A sedangkan temperatur tertinggi terdapat pada 34,1 °C pada sampel 1B.



Gambar 4. 11 Diagram Nilai Parameter Temperatur

Sumber: hasil analisis, 2022

Data diatas menunjukkan temperatur yang tidak memenuhi baku mutu antara temperatur 27°C- 33°C yaitu sampel air 1B dan 2B. Sampel air 1B dan 2B melebihi baku mutu karena tempat pengambilan sampel air tidak terdapat pepohonan maupun benda yang menghalau sinar matahari, sehingga sinar matahari langsung masuk mengenai badan air dan menyebabkan meningkatnya temperatur air sungai.

Kenaikan temperatur dapat menyebabkan meningkatnya respirasi dan kecepatan metabolisme mikroorganisme air yang berakibat meningkatnya kebutuhan oksigen. Peningkatan suhu juga dapat menyebabkan penurunan kelarutan gas dalam air seperti CO₂, N₂, dan O₂ (Effendi, 2003).

4.3.2 Parameter *Total Dissolved Solid* (TDS)

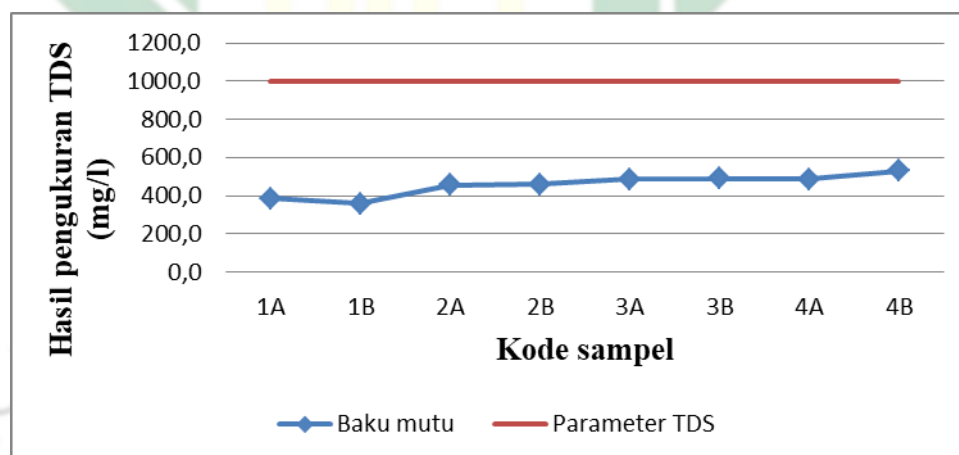
Pengukuran parameter TDS dilakukan secara *in situ* yaitu dengan menyaring air dengan kertas saring. Air yang telah disaring diukur dengan

menggunakan TDS meter. Hasil dari pengukuran TDS sampel air Sungai Wraji pada setiap titik dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 yang ditampilkan pada tabel dan diagram di bawah ini:

Tabel 4. 8 Nilai Parameter TDS

Titik pengambilan Sampel	Kode Sampel	TDS (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)	Keterangan
Titik 1	1A	387	1.000	Memenuhi baku mutu
	1B	358		Memenuhi baku mutu
Titik 2	2A	458		Memenuhi baku mutu
	2B	461		Memenuhi baku mutu
Titik 3	3A	488		Memenuhi baku mutu
	3B	491		Memenuhi baku mutu
Titik 4	4A	486		Memenuhi baku mutu
	4B	532		Memenuhi baku mutu

Sumber: hasil analisis, 2022



Gambar 4. 12 Diagram Nilai Parameter TDS

Sumber: hasil analisis, 2022

Hasil pengukuran dalam Tabel 4.8 dan Gambar 4.12 didapatkan nilai TDS paling rendah yaitu 358 mg/l pada sampel 1A sedangkan nilai tertinggi yaitu 532 mg/l pada sampel 4B. Parameter TDS di atas semua sampel air memenuhi baku mutu yaitu di bawah 1.000 mg/l.

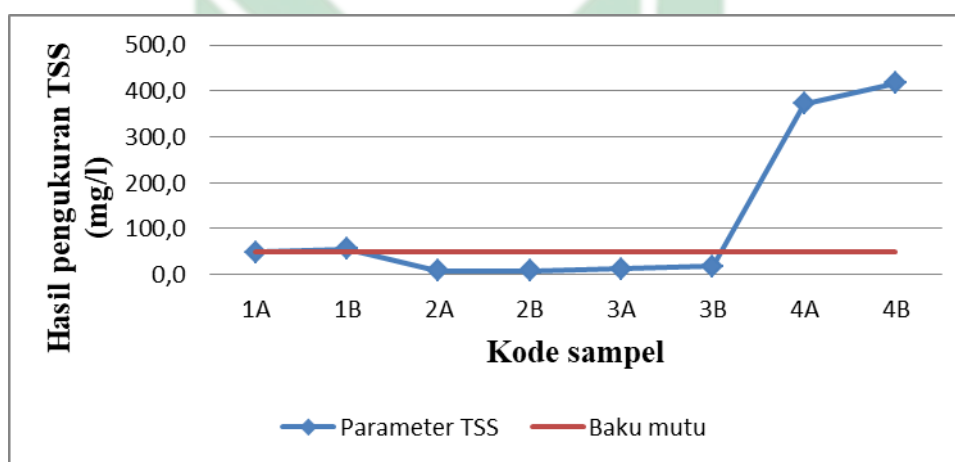
4.3.3 Total Suspended Solid (TSS)

Pengujian nilai TSS dilakukan di laboratorium dengan berdasarkan SNI 6989.03-2019 yang dijelaskan dalam sub bab 3.3.4. Hasil pengujian TSS sampel air Sungai Wrati pada setiap titik dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 yang ditampilkan pada tabel dan diagram di bawah ini:

Tabel 4. 9 Nilai Parameter TSS

Titik pengambilan Sampel	Kode Sampel	TSS (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)	Keterangan
Titik 1	1A	48,3	50	Memenuhi baku mutu
	1B	57		Tidak memenuhi baku mutu
Titik 2	2A	8,73		Memenuhi baku mutu
	2B	8,7		Memenuhi baku mutu
Titik 3	3A	13		Memenuhi baku mutu
	3B	18,3		Memenuhi baku mutu
Titik 4	4A	372,5		Tidak memenuhi baku mutu
	4B	417		Tidak memenuhi baku mutu

Sumber: hasil analisis, 2022



Gambar 4. 13 Diagram Nilai Parameter TSS

Sumber: hasil analisis, 2022

Sumber pencemar yang berpotensi mencemari di titik 1 yaitu permukiman dan area sekolah yang mana kegiatan tersebut sedang aktif di siang hari. Kondisi air sungai di titik 4 keruh dan berwarna keabu-abuan yang mana aliran air sungai melewati persawahan sehingga memungkinkan terbawanya

lumpur yang dapat mempengaruhi konsentrasi TSS di badan air. Penelitian Putri (2019), menyebutkan tingginya konsentrasi TSS juga dipengaruhi oleh kegiatan pertanian yang mengandung lumpur. Menurut penelitian Azhar and Dewata, 2018 aktivitas ekonomi masyarakat dalam bidang pertanian berupa sawah dapat mempengaruhi nilai TSS. TSS tinggi dalam limbah domestik dapat berasal dari aktivitas yang berbeda seperti mandi, mencuci atau aktivitas lainnya yang menggunakan air (Natsir, Liani, and Fahsa, 2021).

Bahan tersuspensi terutama TSS pada perairan alami tidak bersifat toksik. Namun, jika berlebihan dapat menaikkan nilai kekeruhan yang selanjutnya dapat menghambat penetrasi cahaya matahari ke dalam kolom air dan dapat mempengaruhi proses fotosintesis perairan (Effendi, 2003). Penggunaan air dengan TSS tinggi tidak sesuai untuk budidaya ikan sebab tingginya nilai TSS dapat membahayakan organisme akuatik, karena dapat menurunkan kesediaan oksigen terlarut. Selanjutnya nilai TSS yang tinggi dapat mengganggu ikan karena banyaknya TSS yang tersaring oleh insang dan dapat menyebabkan ikan stress dan mati (Dwiningias, 2022).

4.3.4 Warna

Pengujian nilai warna dilakukan di laboratorium dengan berdasarkan SNI 06-6989.24-2005 yang dijelaskan dalam sub bab 3.3.4. Hasil pengujian warna sampel air Sungai Wрати pada setiap titik dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 yang ditampilkan pada tabel dan diagram di bawah ini:

Tabel 4. 10 Warna

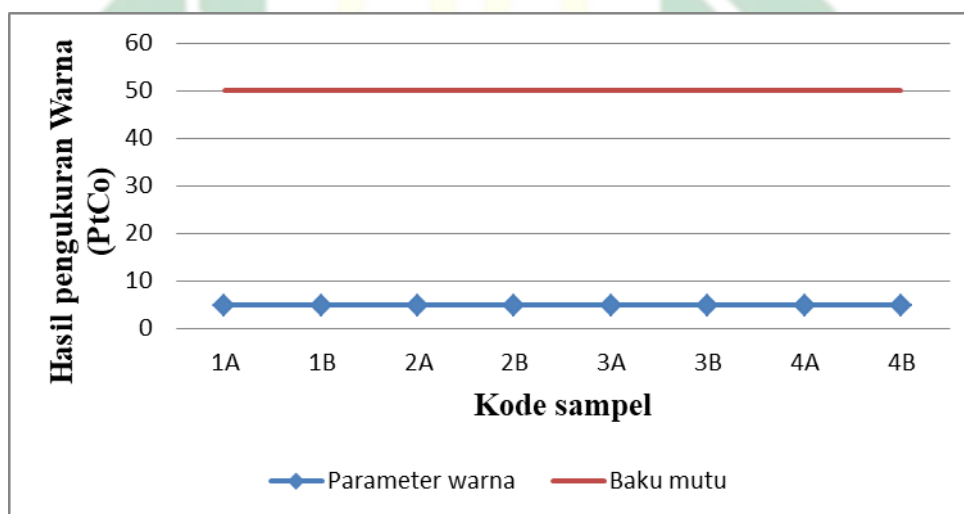
Titik pengambilan Sampel	Kode Sampel	Warna (PtCo)	Baku Mutu (PtCo)	Keterangan
Titik 1	1A	5	50	Memenuhi baku mutu
	1B	5		Memenuhi baku mutu
Titik 2	2A	5		Memenuhi baku mutu
	2B	5		Memenuhi baku mutu
Titik 3	3A	5		Memenuhi baku mutu
	3B	5		Memenuhi baku mutu
Titik 4	4A	5		Memenuhi baku mutu

Titik pengambilan Sampel	Kode Sampel	Warna (PtCo)	Baku Mutu (PtCo)	Keterangan
	4B	5		Memenuhi baku mutu

Sumber: hasil analisis, 2022

Hasil pengujian dalam Tabel 4.10 dan Gambar 4.14 didapatkan seluruh nilai warna yaitu 5 PtCo. Hasil pengujian parameter warna di atas semua sampel air memenuhi baku mutu yaitu di bawah 50 PtCo.

Kondisi kekeruhan air rendah biasanya mempunyai nilai warna sesungguhnya dan tampak yang sama dengan standar. Peningkatan intensitas warna cenderung dengan peningkatan nilai pH. Air dengan nilai lebih kecil dari 10 PtCo pada umumnya tidak memperlihatkan warna yang jelas. Warna dapat menghambat penetrasi cahaya matahari ke dalam air sehingga dapat menghambat proses fotosintesis di dalam air (Effendi, 2003).



Gambar 4. 14 Diagram Nilai Parameter Warna

Sumber: hasil analisis, 2022

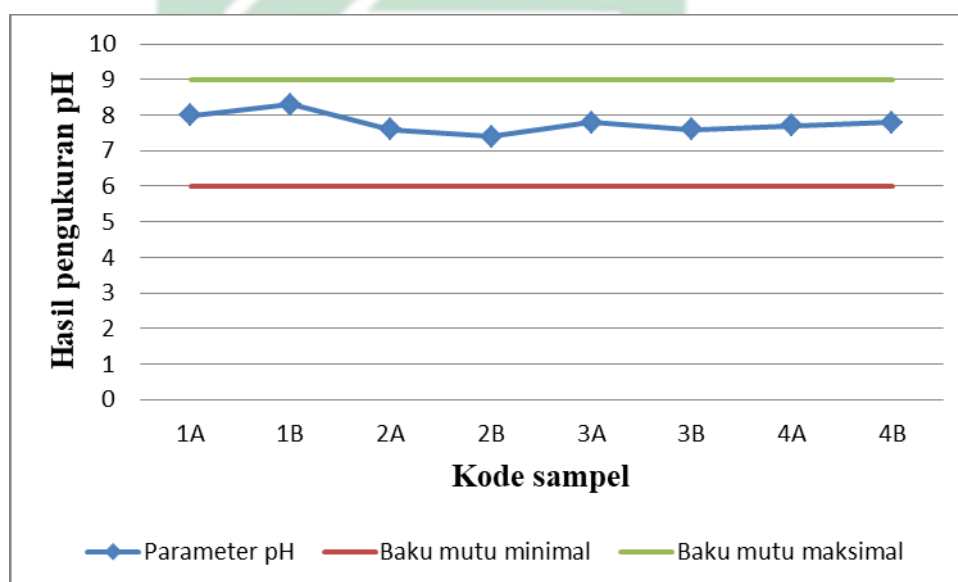
4.3.5 Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran parameter pH dilakukan secara *in situ* menggunakan pH meter. Hasil pengukuran pH sampel air Sungai Wрати pada setiap titik dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 yang ditampilkan pada tabel dan diagram di bawah ini:

Tabel 4. 11 Nilai Parameter pH

Titik pengambilan Sampel	Kode Sampel	pH	Baku Mutu	Keterangan
Titik 1	1A	8	6-9	Memenuhi baku mutu
	1B	8		Memenuhi baku mutu
Titik 2	2A	7,6		Memenuhi baku mutu
	2B	7,4		Memenuhi baku mutu
Titik 3	3A	7,8		Memenuhi baku mutu
	3B	7,6		Memenuhi baku mutu
Titik 4	4A	7,7		Memenuhi baku mutu
	4B	7,8		Memenuhi baku mutu

Sumber: analisis, 2022



Gambar 4. 15 Diagram Nilai Parameter pH

Sumber: hasil analisis, 2022

Dari hasil pengukuran dalam Tabel 4.11 dan Gambar 4.15 didapatkan nilai pH paling rendah yaitu 7,4 pada sampel 2B sedangkan nilai tertinggi yaitu 8 pada sampel 1A dan 1B. Hasil pengujian parameter pH di atas semua sampel air memenuhi baku mutu yaitu antara 6-9.

Pada umumnya biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan lebih menyukai kondisi pH antara 7-8,5. Kondisi pH sangat

mempengaruhi proses biokimiawi perairan seperti proses nitrifikasi akan berhenti jika pH rendah (Effendi, 2003).

Pada umumnya biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan lebih menyukai kondisi pH antara 7-8,5. Kondisi pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan seperti proses nitrifikasi akan berhenti jika pH rendah (Effendi, 2003).

4.3.6 Dissolved Oxygen (DO)

Pengujian nilai DO dilakukan di laboratorium berdasarkan SNI 06-6989.14-2004 yang dijelaskan dalam sub bab 3.3.4. Hasil pengujian DO sampel air Sungai Wрати pada setiap titik dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 yang ditampilkan pada tabel dan diagram di bawah ini:

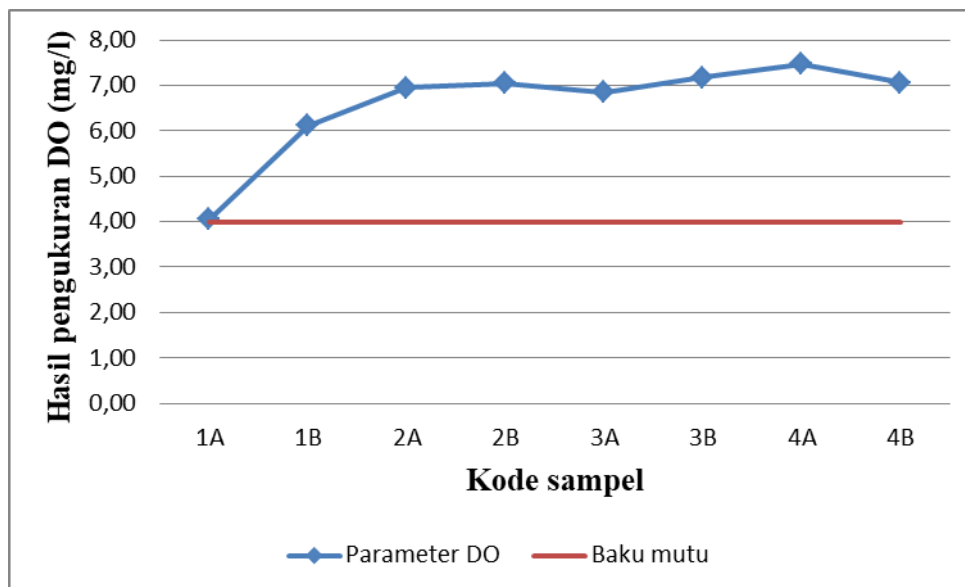
Tabel 4. 12 Nilai Parameter DO

Titik pengambilan Sampel	Kode Sampel	DO (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)	Keterangan
Titik 1	1A	4,05	4	Memenuhi baku mutu
	1B	6		Memenuhi baku mutu
Titik 2	2A	6,95		Memenuhi baku mutu
	2B	7,05		Memenuhi baku mutu
Titik 3	3A	6,85		Memenuhi baku mutu
	3B	7,17		Memenuhi baku mutu
Titik 4	4A	7,47		Memenuhi baku mutu
	4B	7,07		Memenuhi baku mutu

Sumber: hasil analisis, 2022

Hasil pengujian dalam Tabel 4.12 dan Gambar 4.16 didapatkan nilai DO paling rendah yaitu 4,05 mg/l pada sampel 1A sedangkan nilai tertinggi yaitu 7,47 mg/l pada sampel 4A. Hasil pengujian parameter DO di atas semua sampel air memenuhi baku mutu yaitu diatas 4 mg/l.

DO sangat dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme dan suhu. Berkurangnya oksigen terlarut di perairan dipengaruhi oleh proses respirasi hewan dan tumbuhan, dan mikroorganisme yang memanfaatkan untuk mengoksidasi bahan organik. (Effendi, 2003).



Gambar 4. 16 Diagram Nilai Parameter DO

Sumber: hasil analisis, 2022

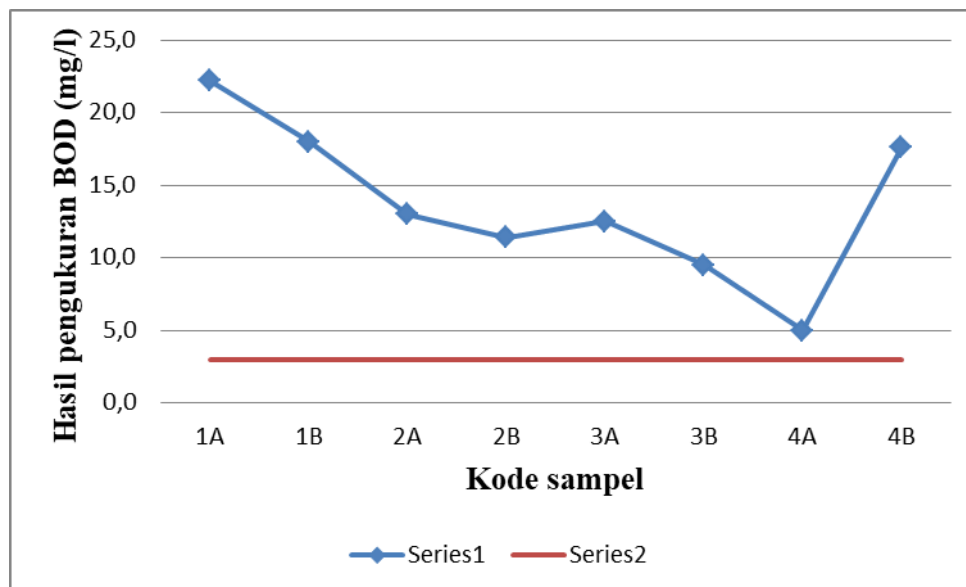
4.3.7 Biological Oxygen Demand (BOD)

Pengujian nilai BOD dilakukan di laboratorium berdasarkan SNI 6989.72-2009 yang dijelaskan dalam sub bab 3.3.4. Hasil pengujian BOD sampel air Sungai Wрати pada setiap titik dibandingkan berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 yang ditampilkan pada tabel dan diagram di bawah ini:

Tabel 4. 13 Nilai Parameter BOD

Titik pengambilan Sampel	Kode Sampel	BOD (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)	Keterangan
Titik 1	1A	22,2	3	Tidak memenuhi baku mutu
	1B	18		Tidak memenuhi baku mutu
Titik 2	2A	13		Tidak memenuhi baku mutu
	2B	11,4		Tidak memenuhi baku mutu
Titik 3	3A	12,5		Tidak memenuhi baku mutu
	3B	9,52		Tidak memenuhi baku mutu
Titik 4	4A	4,99		Tidak memenuhi baku mutu
	4B	17,6		Tidak memenuhi baku mutu

Sumber: hasil analisis, 2022



Gambar 4. 17 Diagram Nilai Parameter BOD

Sumber: hasil analisis, 2022

Hasil pengujian dalam Tabel 4.13 dan Gambar 4.17 didapatkan nilai BOD paling rendah yaitu 4,99 mg/l pada sampel 4A sedangkan nilai tertinggi yaitu 22,2 mg/l pada sampel 1A. Hasil pengujian parameter BOD di atas semua sampel air memenuhi tidak memenuhi baku mutu yaitu diatas 4 mg/l.

Sumber pencemar yang berpotensi mencemari sehingga menyebabkan nilai BOD tinggi di Sungai Wрати dipengaruhi oleh adanya aktivitas rumah tangga di titik 1 dan 2 yang menghasilkan limbah domestik yang dapat berupa limbah organik, industri di titik 3, dan pertanian di titik ke- 4. Konsentrasi BOD di lingkungan sangat dipengaruhi limbah organik baik limbah industri maupun limbah rumah tangga. Limbah organik yang berasal dari rumah tangga dan industri sangat berpengaruh terhadap naiknya nilai BOD (Azhar and Dewata, 2018).

Nilai BOD di air sungai dapat menunjukkan banyaknya pencemar zat organik di perairan. BOD menunjukkan banyaknya kadar oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme pada waktu tertentu. Nilai BOD yang besar menunjukkan besarnya tingkat pencemaran oleh zat organik di perairan, sedangkan jika nilai BOD rendah mengindikasikan perairan tersebut minim perairan oleh zat pencemar organik (Djoharam, Riani, and Yani 2018).

4.3.8 Chemical Oxygen Demand (COD)

Pengujian nilai COD dilakukan di laboratorium berdasarkan SNI 6989.2-2019 yang dijelaskan dalam sub bab 3.3.4. Hasil pengujian COD sampel air Sungai Wрати pada setiap titik dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 yang ditampilkan pada tabel dan diagram di bawah ini:

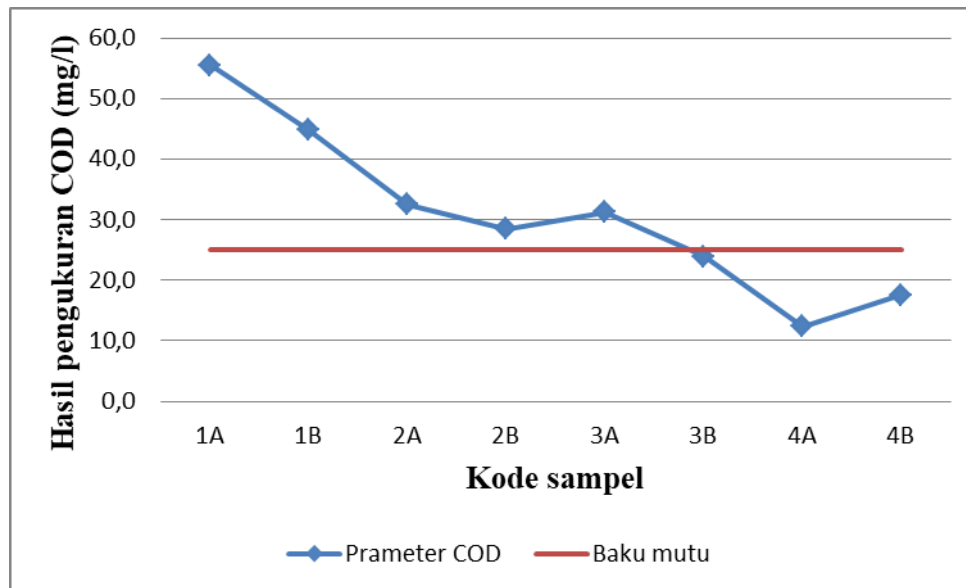
Tabel 4. 14 Nilai Parameter COD

Titik pengambilan Sampel	Kode Sampel	COD	Baku Mutu (mg/l)	Keterangan
Titik 1	1A	55,5	25	Tidak memenuhi baku mutu
	1B	45		Tidak memenuhi baku mutu
Titik 2	2A	32,5		Tidak memenuhi baku mutu
	2B	28,5		Tidak memenuhi baku mutu
Titik 3	3A	31,2		Tidak memenuhi baku mutu
	3B	23,9		memenuhi baku mutu
Titik 4	4A	12,4		memenuhi baku mutu
	4B	17,6		memenuhi baku mutu

Sumber: hasil analisis, 2022

Hasil pengujian dalam Tabel 4.14 dan Gambar 4.18 didapatkan nilai COD paling rendah yaitu 12,4 mg/l pada sampel 4A sedangkan nilai tertinggi yaitu 55,5 mg/l pada sampel 1A. Hasil pengujian parameter COD di atas sampel air yang tidak memenuhi baku mutu diatas 25 mg/l yaitu 55 hingga 28,5 mg/l, pada sampel 1A hingga 3A.

Sumber pencemar yang berpotensi mencemari di titik 1 yaitu aktivitas rumah tangga yang menghasilkan limbah domestik. Nilai COD di sungai dapat mengindikasikan banyaknya pencemar zat organik di perairan. COD menunjukkan bahan organik yang terurai secara kimiawi dengan menggunakan oksigen.



Gambar 4. 18 Diagram Nilai Parameter COD

Sumber: hasil analisis, 2022

Pengukur nilai COD diperoleh nilai yang menyatakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses oksidasi terhadap total senyawa organik baik yang mudah diuraikan secara biologis maupun terhadap senyawa yang sukar/tidak bisa secara biologis (Barus, 2004 dalam Duhupo, Akili, and Pinontoan 2019). Konsentrasi COD di sungai sangat ditentukan oleh limbah organik, baik limbah domestik dan industri (Azhar and Dewata, 2018). Beberapa efek yang diakibatkan tingginya COD yaitu berbahaya bagi kesehatan makhluk hidup perairan, merusak bangunan dan tanah, mengancam kehidupan perairan, menyebabkan bau tidak sedap (Islamawati, Darundiati, and, Dewanti 2018).

4.3.9 Fosfat

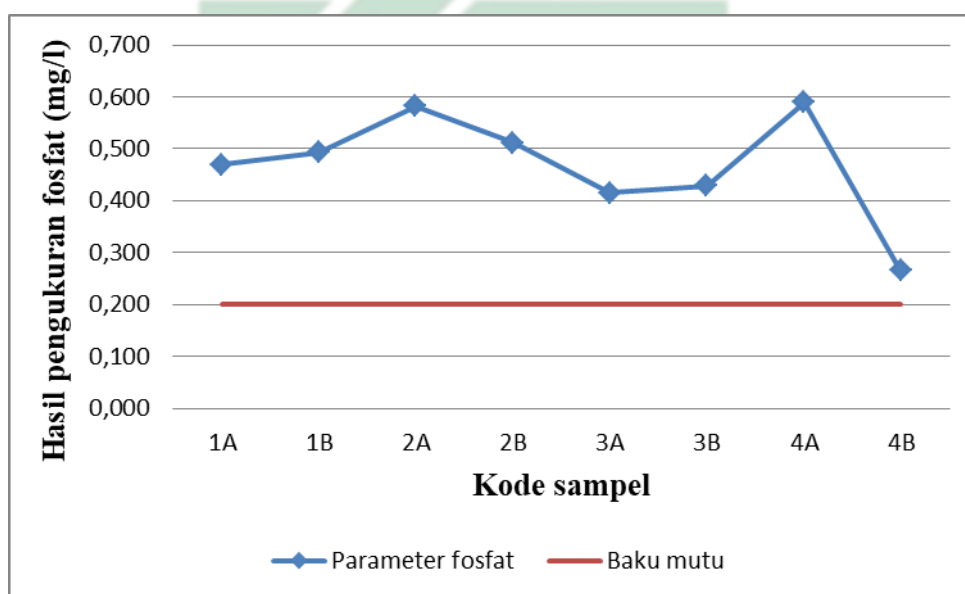
Pengujian nilai fosfat dilakukan di laboratorium berdasarkan SNI 06.6989.31-2005 yang dijelaskan dalam sub bab 3.3.4. Hasil pengujian fosfat sampel air Sungai Wrti pada setiap titik dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 yang ditampilkan pada tabel dan diagram di bawah ini:

Tabel 4. 15 Nilai Parameter Fosfat

Titik pengambilan Sampel	Kode Sampel	Fosfat (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)	Keterangan

Titik pengambilan Sampel	Kode Sampel	Fosfat (mg/l)	Baku Mutu (mg/l)	Keterangan
Titik 1	1A	0,469	0,2	Tidak memenuhi baku mutu
	1B	0,493		Tidak memenuhi baku mutu
Titik 2	2A	0,582		Tidak memenuhi baku mutu
	2B	0,512		Tidak memenuhi baku mutu
Titik 3	3A	0,415		Tidak memenuhi baku mutu
	3B	0,429		Tidak memenuhi baku mutu
Titik 4	4A	0,59		Tidak memenuhi baku mutu
	4B	0,265		Tidak memenuhi baku mutu

Sumber: hasil analisis, 2022



Gambar 4. 19 Diagram Nilai Parameter Fosfat

Sumber: hasil analisis, 2022

Hasil pengujian dalam Tabel 4.15 dan Gambar 4.16 didapatkan nilai fosfat paling rendah yaitu 0,265 mg/l pada sampel 4B sedangkan nilai tertinggi yaitu 0,59 mg/l pada sampel 4A. Hasil pengujian parameter fosfat seluruh sampel air pada data di atas tidak memenuhi baku mutu diatas 0,2 mg/l.

Sumber pencemar yang berpotensi mencemari di titik 1 dan 2 yaitu aktivitas rumah tangga, di titik 3 yaitu aktivitas industri, dan titik ke 4 kegiatan pertanian. Kegiatan yang dapat menghasilkan fosfat yaitu pertanian terutama penggunaan pupuk NPK dan pestisida, limbah tahu, limbah domestik, kegiatan MCK, limbah *loundry* (Asrini, Adnyana, and Rai 2017).

Tabel di atas menunjukkan konsentrasi fosfat termasuk ke dalam perairan dengan tingkat kesuburan yang lebih dari tinggi. Berdasarkan konsentrasi fosfat di perairan diklasifikasikan menjadi tiga yaitu: perairan yang mempunyai tingkat kesuburan yang rendah yang mempunyai kadar fosfat antara 0-0,02 mg/l, perairan yang mempunyai tingkat kesuburan sedang mempunyai kadar fosfat antara 0,021-0,05 mg/l, dan perairan yang mempunyai tingkat kesuburan yang tinggi memiliki kadar fosfat antara 0,051-0,1 mg/l. Kadar fosfat yang berlebih dibarengi dengan nitrogen dapat menstimulasi ledakan pertumbuhan algae di perairan (Effendi, 2003).

4.4 Perhitungan Kualitas Air Sungai dengan Metode Indeks Pencemaran (IP)

Indeks pencemaran (IP) merupakan metode berbasis indeks gabungan dua indeks kualitas. Pertama indeks rata-rata yaitu menunjukkan tingkat pencemaran rerata pada seluruh parameter saat pengamatan. Kedua yaitu indeks maksimum menunjukkan parameter dominan yang menyebabkan penurunan pada sekali pengamatan (Romdania et al. 2018)

Nilai tiap parameter didapatkan dari rata-rata nilai sampel yang digunakan dalam perhitungan indeks pencemaran ini yang mana C_i merupakan hasil pengukuran dan L_{ij} adalah baku mutu. Perhitungan indeks pencemaran pada titik 1 ditampilkan berikut:

- Parameter Temperatur

Diketahui:

$$C_i = 32,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$L_{ij} = (27-33) \text{ } ^\circ\text{C}$$

Nilai L_{ij} memiliki rentang maka nilai L_{ij} maksimum dan minimum dirata-rata sehingga didapatkan:

$$L_{ij} \text{ rata-rata} = \frac{27+33}{2} = 30$$

Ditanya:

C_i/L_{ij}

Jawab:

Nilai $C_i \geq L_{ij}$ rata-rata maka menggunakan rumus 2.11 sehingga didapatkan nilai:

$$(C_i/L_{ij}) = (C_i - L_{ij} \text{ rata-rata}) / (L_{ij} \text{ maksimum} - L_{ij} \text{ rata-rata})$$

$$(C_i/L_{ij}) = \frac{32,1+30}{33-30} = 0,7$$

Hasil perhitungan menunjukkan nilai $C_i/L_{ij} \leq 1$, maka nilai C_i/L_{ij} baru tetap 0,7

– Parameter TDS

Diketahui:

$$C_i = 372,5 \text{ mg/l}$$

$$L_{ij} = 1000 \text{ mg/l}$$

Ditanya:

$$C_i/L_{ij}$$

Jawab:

$$C_i/L_{ij} = \frac{372,5}{1000} = 0,3725$$

Nilai $C_i/L_{ij} \leq 1$, maka nilai C_i/L_{ij} baru tetap 0,3725

– Parameter TSS

Diketahui:

$$C_i = 52,4 \text{ mg/l}$$

$$L_{ij} = 50 \text{ mg/l}$$

Ditanya:

$$C_i/L_{ij}$$

Jawab:

$$C_i/L_{ij} = \frac{52,4}{50} = 1,048$$

Hasil perhitungan menunjukkan nilai $C_i/L_{ij} \geq 1$, maka nilai C_i/L_{ij} baru menggunakan rumus 2.12 sehingga didapatkan nilai:

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = 1,0 + P \log (C_i/L_{ij}) \text{ hasil pengukuran}$$

$$C_i/L_{ij} \text{ baru} = 1 + 5 \log 1,048 = 1,10181$$

– Parameter Warna

Diketahui:

$$C_i = 5 \text{ PtCo}$$

$$L_{ij} = 50 \text{ PtCo}$$

Ditanya:

$$C_i/L_{ij}$$

Jawab:

$$C_i/L_{ij} = \frac{5}{50} = 0,1$$

Hasil perhitungan menunjukkan nilai $C_i/L_{ij} \leq 1$, maka nilai C_i/L_{ij} baru tetap 0,1

– Parameter pH

Diketahui:

$$C_i = 8,15$$

$$L_{ij} = 6-9$$

Nilai L_{ij} memiliki rentang, maka nilai L_{ij} maksimum dan minimum dirata-rata sehingga didapatkan:

$$L_{ij} \text{ rata-rata} = \frac{6+9}{2} = 7,5$$

Ditanya:

$$C_i/L_{ij}$$

Jawab:

Hasil perhitungan menunjukkan nilai $C_i \geq L_{ij}$ rata-rata, maka menggunakan rumus 2.11 sehingga didapatkan nilai:

$$(C_i/L_{ij}) = (C_i - L_{ij} \text{ rata-rata}) / (L_{ij} \text{ maksimum} - L_{ij} \text{ rata-rata})$$

$$(C_i/L_{ij}) = \frac{8,15 - 7,5}{9 - 7,5} = 5,443$$

Hasil perhitungan menunjukkan nilai $C_i/L_{ij} \geq 1$ maka nilai C_i/L_{ij} baru menggunakan rumus 2.12 sehingga didapatkan nilai:

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = 1,0 + P \log (C_i/L_{ij}) \text{ hasil pengukuran}$$

$$C_i/L_{ij} \text{ baru} = 1 + 5 \log 5,443 = 4,67533$$

– Parameter BOD

Diketahui:

$$C_i = 20,1 \text{ mg/l}$$

$$L_{ij} = 3 \text{ mg/l}$$

Ditanya:

Ci/Lij:

Jawab:

$$Ci/Lij = \frac{20,1}{3} = 6,7$$

Hasil perhitungan menunjukkan nilai Ci/Lij ≥ 1 , maka nilai Ci/Lij baru menggunakan rumus 2.12 sehingga didapatkan nilai:

(Ci/Lij)baru = $1,0 + P \log (Ci/Lij)$ hasil pengukuran

$$Ci/Lij \text{ baru} = 1 + 5 \log 6,7 = 5,13037$$

– Parameter COD

Diketahui:

$$Ci = 50,15 \text{ mg/l}$$

$$Lij = 25 \text{ mg/l}$$

Ditanya:

Ci/Lij

Jawab:

$$Ci/Lij = \frac{50,15}{25} = 2,006$$

Hasil perhitungan menunjukkan nilai Ci/Lij ≥ 1 , maka nilai Ci/Lij baru menggunakan rumus 2.12 sehingga didapatkan nilai:

(Ci/Lij)baru = $1,0 + P \log (Ci/Lij)$ hasil pengukuran

$$Ci/Lij \text{ baru} = 1 + 5 \log 2,006 = 2,51165$$

– Parameter DO

Diketahui:

$$Ci = 5,085 \text{ mg/l}$$

$$Lij = 4 \text{ mg/l}$$

Ditanya:

Ci/Lij

Jawab:

$$DO \text{ jenuh pada } 30^\circ = 7,56 \text{ (Effendi, 2003)}$$

Nilai DO berbanding terbalik dengan parameter yang lain, sehingga dicari nilai Ci baru menggunakan rumus 2.13 sehingga didapatkan nilai
(Ci)baru = $(Ci \text{ maksimum} - Ci \text{ hasil pengukuran}) / (Ci \text{ maksimum} - Lij)$

$$C_i \text{ baru} = \frac{7,56 - 5,085}{7,56 - 4} = 0,695$$

$$C_i/L_{ij} = \frac{0,695}{4} = 0,17281$$

Hasil perhitungan menunjukkan nilai $C_i/L_{ij} \leq 1$, maka nilai C_i/L_{ij} baru tetap 0,17281

- Parameter Fosfat

Diketahui:

$$C_i = 0,481 \text{ mg/l}$$

$$L_{ij} = 0,2 \text{ mg/l}$$

Ditanya:

$$C_i/L_{ij}$$

Jawab:

$$C_i/L_{ij} = \frac{0,481}{0,2} = 2,405$$

Hasil perhitungan menunjukkan nilai $C_i/L_{ij} \geq 1$, maka nilai C_i/L_{ij} baru menggunakan rumus 2.12 sehingga didapatkan nilai:

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = 1,0 + P \log (C_i/L_{ij}) \text{ hasil pengukuran}$$

$$C_i/L_{ij} \text{ baru} = 1 + 5 \log 2,405 = 2,90558$$

- Seluruh parameter di atas ditentukan nilai maksimum C_i/L_{ij} baru yaitu 5,13037 pada parameter BOD
- Seluruh parameter di atas dihitung rata-rata C_i/L_{ij} baru sehingga didapatkan 1,84
- Untuk mendapatkan nilai I_{pj} menggunakan rumus 2.14 yaitu:

$$I_{pj} = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^2 M + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^2 R}{2}}$$

$$I_{pj} = \sqrt{\frac{5,13037^2 + 1,84^2}{2}} = 3,39$$

Perhitungan di atas disesuaikan dengan tabel 2.2, sehingga titik 1 tergolong dalam tercemar ringan.

Perhitungan indeks pencemaran dari titik 1 hingga 4 yang ditampilkan dalam Tabel 4.16 - 4.19 berikut:

Tabel 4. 16 Perhitungan Indeks Pencemaran Pada Titik 1

No	Parameter	Ci(hasil analisa Laboratorium)	Lij (kls II)	Ci/Lij	Ci/Lij baru
1	Temperatur	32,1	27-33	0,7	0,7
2	TDS	372,5	1000	0,3725	0,3725
3	TSS	52,4	50	1,048	1,10181
4	Warna	5,0	50	0,1	0,1
5	pH	8,15	6-9	5,433	4,67533
6	BOD	20,1	3	6,7	5,13037
7	COD	50,15	25	2,006	2,51165
8	DO	5,085	4	0,17381	0,17381
9	Fosfat	0,481	0,2	2,405	2,90558
Maksimum					5,13
Rata-rata					1,96
I _{pj}					3,35 (tercemar ringan)

Sumber: hasil analisis, 2022

Tabel 4. 17 Perhitungan Indeks Pencemaran Pada Titik 2

No	Parameter	Ci(hasil analisa Laboratorium)	Lij (kls II)	Ci/Lij	Ci/Lij baru
1	Temperatur	32,8	27-33	0,93333	0,9333
2	TDS	459,5	1000	0,4595	0,4595
3	TSS	8,715	50	0,1743	0,1743
4	Warna	5	50	0,1	0,1
5	pH	7,5	6-9	5	4,4949
6	BOD	12,2	3	4,06667	4,04619
7	COD	30,5	25	1,22	1,431
8	DO	7	4	0,03933	0,0393
9	Fosfat	0,547	0,2	2,735	3,1848
Maksimum					4,49
Rata-rata					1,65
I _{pj}					2,96 (tercemar ringan)

Sumber: hasil analisis, 2022

Tabel 4. 18 Perhitungan Indeks Pencemaran Pada Titik 3

No	Parameter	Ci(hasil analisa Laboratorium)	Lij (kls II)	Ci/Lij	Ci/Lij baru
1	Temperatur	30	27-33	0,01667	0,01667
2	TDS	489,5	1000	0,4895	0,4895
3	TSS	15,65	50	0,313	0,313

No	Parameter	Ci(hasil analisa Laboratorium)	Lij (kls II)	Ci/Lij	Ci/Lij baru
4	Warna	5	50	0,1	0,1
5	pH	7,7	6-9	5	4,552
6	BOD	11	3	3,67	3,82333
7	COD	27,55	25	1,102	1,2109
8	DO	7,01	4	0,0386	0,03862
9	Fosfat	0,42	0,2	2,11	2,62141
Maksimum					4,55
Rata-rata					1,46
I _{pj}					3,05 (tercemar ringan)

Sumber: hasil analisis, 2022

Tabel 4. 19 Perhitungan Indeks Pencemaran Pada Titik 4

No	Parameter	Ci(hasil analisa Laboratorium)	Lij (kls II)	Ci/Lij	Ci/Lij baru
1	Temperatur	30,3	27-33	0,08333	0,08333
2	TDS	509	1000	0,509	0,509
3	TSS	394,8	50	7,895	5,48676
4	Warna	5	50	0,1	0,1
5	pH	7,8	6-9	5	4,56605
6	BOD	11,3	3	3,765	3,87882
7	COD	15	25	0,6	0,6
8	DO	7,3	4	0,02033	0,02033
9	Fosfat	0,4	0,2	2,1375	2,64953
Maksimum					5,49
Rata-rata					1,99
I _{pj}					3,62 (tercemar ringan)

Sumber: hasil analisis, 2022

Berdasarkan pemaparan tabel 4.16 - 4.19 di atas didapatkan seluruh titik pengambilan sampel air tergolong ke dalam kategori tercemar ringan Nilai I_{pj} yang paling tinggi yaitu terdapat pada titik ke-4 dan nilai I_{pj} terendah pada titik ke 2 yaitu 3,62 dan 2,96. Semua nilai I_{pj} di atas dari titik 1 hingga 4 jika dirata-rata didapatkan nilai 3,25 sehingga jika dikategorikan secara keseluruhan dari titik 1 hingga 4 termasuk ke dalam tercemar ringan. Perairan yang tercemar ringan didefinisikan bahwasanya perairan tersebut mengalami turunnya kualitas air dibandingkan dengan kondisi alaminya namun masih dalam

kategori ringan. Metode IP dapat mengkatégorikan kualitas air dengan satu seris data sehingga membutuhkan biaya dan waktu yang sedikit (Putranto 2022). Berdasarkan hasil analisis kualitas air dengan metode IP diketahui bahwa seluruh titik sampling Sungai Wрати mengalami tercemar ringan karena tidak memenuhi baku mutu, sehingga tidak sesuai dengan peruntukannya sebagai kelas dua yaitu dimanfaatkan untuk sarana/ prasarana, rekreasi air, mengairi tanaman, peternakan, budidaya ikan air tawar, atau kegiatan lain yang memerlukan kualitas air yang sama dengan kegiatan tersebut

Table 4.19 di atas terlihat bahwa nilai IP terbesar di titik 4 yang merupakan area persawahan sehingga menghasilkan limbah pertanian yang dapat mencemari sungai. Limbah rumah tangga dan pertanian mungkin merupakan penyebab utama pencemaran di sungai ini. Volume limbah yang besar di sungai juga dapat menyebabkan penurunan kualitas air karena peningkatan konsentrasi BOD, COD dan fosfat yang dapat melebihi baku mutu (Rahayu, Juwana, and Marganingrum 2018)

Pada musim kemarau terjadi proses penguapan dari matahari yang meningkatkan kadar oksigen dalam air sungai. Tingkat oksigen yang tinggi ini akan mengoksidasi bahan organik di sungai, mengakibatkan penurunan pencemaran sungai, yang juga berkontribusi terhadap rendahnya nilai IP di Sungai Wрати (Sampe, Juwana, and Marganingrum, 2018) .

4.5 Perhitungan Kualitas Air Sungai dengan Metode *Storage and Retrieval* (STORET)

Perhitungan metode STORET yaitu membandingkan data kualitas air yang telah diuji dengan baku mutu. Metode STORET dapat mengetahui sampel air yang melebihi baku mutu dengan sistem *scoring* berdasarkan tiap parameternya dan menentukan nilai maksimum, minimum, dan rata-rata. Parameter yang sesuai dengan baku mutu diberi nilai 0, sedangkan parameter yang tidak sesuai parameter akan diberi skor sesuai dengan tabel 2.4. Setelah didapatkan seluruh nilai dari setiap sampel air, nilai ditotal dan disesuaikan dengan klasifikasi kualitas mutu air. Penelitian ini menguji 9

parameter sehingga nilai yang digunakan pada kolom jumlah contoh < 10. Perhitungan metode STORET pada titik 1 ditampilkan di bawah ini:

– Parameter Temperatur

Parameter temperatur termasuk parameter fisika, sehingga berdasarkan tabel 2.4 menggunakan sistem penilaian: maksimum: -1, minimum: -1, dan rata-rata: -3

Maksimum: 34,1 dinilai -1

Minimum : 31,7 dinilai 0

Rata-rata : 32,1 dinilai 0

Total penilaian di atas didapatkan nilai parameter temperatur yaitu -1

– Parameter TDS

Parameter TDS termasuk parameter fisika, sehingga berdasarkan tabel 2.4 menggunakan sistem penilaian: maksimum: -1, minimum: -1, dan rata-rata: -3

Maksimum: 387 dinilai 0

Minimum : 358 dinilai 0

Rata-rata : 372,5 dinilai 0

Total penilaian di atas didapatkan nilai parameter TDS yaitu 0

– Parameter TSS

Parameter TSS termasuk parameter fisika, sehingga berdasarkan tabel 2.4 menggunakan sistem penilaian: maksimum: -1, minimum: -1, dan rata-rata: -3

Maksimum: 56,5 dinilai -1

Minimum : 48,3 dinilai 0

Rata-rata : 52,4 dinilai -3

Total penilaian di atas didapatkan nilai parameter TSS yaitu -4

– Parameter Warna

Parameter warna termasuk parameter fisika, sehingga berdasarkan tabel 2.4 menggunakan sistem penilaian: maksimum: -1, minimum: -1, dan rata-rata: -3

Maksimum: 5 dinilai 0

Minimum : 5 dinilai 0

Rata-rata : 5 dinilai 0

Total penilaian di atas didapatkan nilai parameter warna yaitu 5

– Parameter pH

Parameter pH termasuk parameter kimia, sehingga berdasarkan tabel 2.4 menggunakan sistem penilaian: maksimum: -2, minimum: -2, dan rata-rata: -6

Maksimum: 8,3 dinilai 0

Minimum : 8 dinilai 0

Rata-rata : 8,2 dinilai 0

Total penilaian di atas didapatkan nilai parameter pH yaitu 0

– Parameter BOD

Parameter BOD termasuk parameter kimia, sehingga berdasarkan tabel 2.4 menggunakan sistem penilaian: maksimum: -2, minimum: -2, dan rata-rata: -6

Maksimum: 22,2 dinilai -2

Minimum : 29,5 dinilai -2

Rata-rata : 20,1 dinilai -6

Total penilaian di atas didapatkan nilai parameter BOD yaitu -10

– Parameter COD

Parameter COD termasuk parameter kimia, sehingga berdasarkan tabel 2.4 menggunakan sistem penilaian: maksimum: -2, minimum: -2, dan rata-rata: -6

Maksimum: 55,5 dinilai -2

Minimum : 44,8 dinilai -2

Rata-rata : 50,15 dinilai -6

Total penilaian di atas didapatkan nilai parameter COD yaitu -10

– Parameter DO

Parameter DO termasuk parameter kimia, sehingga berdasarkan tabel 2.4 menggunakan sistem penilaian: maksimum: -2, minimum: -2, dan rata-rata: -6

Maksimum: 6,12 dinilai 0

Minimum : 4,1 dinilai 0

Rata-rata : 5,085 dinilai 0

Total penilaian di atas didapatkan nilai parameter DO yaitu 0

– Parameter Fosfat

Parameter fosfat termasuk parameter kimia, sehingga berdasarkan tabel 2.4 menggunakan sistem penilaian: maksimum: -2, minimum: -2, dan rata-rata: -6

Maksimum: 0,493 dinilai -2

Minimum : 0,5 dinilai -2

Rata-rata : 0,481 dinilai -6

Total penilaian di atas didapatkan nilai parameter fosfat yaitu -10

- Total seluruh nilai tiap parameter di atas didapatkan nilai -35 jika disesuaikan dengan tabel 2.3 maka titik 1 tergolong ke dalam tercemar berat.

Data penilaian metode STORET dari titik 1 hingga 4 yang ditampilkan pada Tabel 4.20 – 2.23 di bawah ini:

Tabel 4. 20 Perhitungan Metode STORET Titik 1

No	Parameter	baku mutu kls II	maksimum	skor	minimum	skor	rerata	skor	jumlah skor
1	Temperatur	27-33	34,1	-1	31,7	0	32,1	0	-1
2	TDS	1000	387	0	358	0	372,5	0	0
3	TSS	50	56,5	-1	48,3	0	52,4	-3	-4
4	Warna	50	5	0	5	0	5	0	0
5	pH	6-9	8,3	0	8	0	8,15	0	0
6	BOD	3	22,2	-2	29,5	-2	20,1	-6	-10
7	COD	25	55,5	-2	44,8	-2	50,15	-6	-10
8	DO	4	6,12	0	4,05	0	5,085	0	0
9	Fosfat	0,2	0,493	-2	0,469	-2	0,481	-6	-10
Total									-35 (Tercemar berat)

Sumber: hasil analisis, 2022

Tabel 4. 21 Perhitungan Metode STORET Titik 2

No	Parameter	baku mutu kls II	maksimum	skor	minimum	skor	rerata	skor	jumlah skor
----	-----------	------------------	----------	------	---------	------	--------	------	-------------

No	Parameter	baku mutu kls II	maksimum	skor	minimum	skor	rerata	skor	jumlah skor
1	Temperatur	27-33	33,9	-1	31,7	0	32,8	0	-1
2	TDS	1000	461	0	458	0	459,5	0	0
3	TSS	50	8,73	0	8,7	0	8,715	0	0
4	Warna	50	5	0	5	0	5	0	0
5	pH	6-9	7,6	0	7,4	0	7,5	0	0
6	BOD	3	13	-2	31,7	-2	12,2	-6	-10
7	COD	25	32,5	-2	28,5	-2	30,5	-6	0
8	DO	4	7,05	0	6,95	0	7	0	0
9	Fosfat	0,2	0,582	-2	0,512	-2	0,547	-6	-10
Total									-31 (Tercemar berat)

Sumber: hasil analisis, 2022

Tabel 4. 22 Perhitungan Metode STORET Titik 3

No	Parameter	baku mutu kls II	maksimum	skor	minimum	skor	rerata	skor	jumlah skor
1	Temperatur	27-33	32,2	0	27,7	0	29,95	0	0
2	TDS	1000	491	0	488	0	489,5	0	0
3	TSS	50	18,3	0	13	0	15,65	0	0
4	Warna	50	5	0	5	0	5	0	0
5	pH	6-9	7,8	0	7,6	0	7,7	0	0
6	BOD	3	12,5	-2	27,7	-2	11,01	-6	-10
7	COD	25	31,2	-2	23,9	0	27,55	-6	-8
8	DO	4	7,17	0	6,85	0	7,01	0	0
9	Fosfat	0,2	0,429	-2	0,415	-2	0,422	-6	-10
Total									-28 (Tercemar sedang)

Sumber: hasil analisis, 2022

Tabel 4. 23 Perhitungan Metode STORET Titik 4

No	Parameter	baku mutu kls II	maksimum	skor	minimum	skor	rerata	skor	jumlah skor
1	Temperatur	27-33	31	0	29,5	0	30,25	0	0
2	TDS	1000	532	0	486	0	509	0	0
3	TSS	50	417	-1	372,5	-1	394,75	-3	-5
4	Warna	50	5	0	5	0	5	0	0

No	Parameter	baku mutu kls II	maksimum	skor	minimum	skor	rerata	skor	jumlah skor
5	pH	6-9	7,8	0	7,7	0	7,75	0	0
6	BOD	3	17,6	-2	29,5	-2	11,295	-6	-10
7	COD	25	17,6	0	12,4	0	15	0	0
8	DO	4	7,47	0	7,07	0	7,27	0	0
9	Fosfat	0,2	0,59	-2	0,265	-2	0,4275	-6	-10
Total									-25 (Tercemar sedang)

Sumber: hasil analisis, 2022

Tabel 4.20 – 4.23 di atas menunjukkan total penilaian paling tinggi pada titik 4 sebesar -25 termasuk ke dalam kategori tercemar sedang, sedangkan total penilaian paling rendah pada titik 1 sebesar -35 termasuk ke dalam kategori tercemar berat. Berdasarkan hasil analisis kualitas air dengan metode STORET diketahui bahwa nilai rata-rata seluruh titik sampling Sungai Wрати - 27,75 tergolong tercemar sedang, sehingga tidak sesuai dengan peruntukannya sebagai sungai kelas dua yaitu dimanfaatkan untuk sarana/ prasarana, rekreasi air, mengairi tanaman, peternakan, budidaya ikan air tawar, atau kegiatan lain yang memerlukan kualitas air yang sama dengan kegiatan tersebut.

Titik 1 yang merupakan hulu memiliki nilai paling rendah yaitu -35 termasuk ke dalam tercemar berat. Kualitas air di titik 1 dan 2 tergolong tercemar berat karena parameter yang tidak sesuai baku mutu di titik 1 dan 2 lebih banyak dibanding titik 3 dan 4. Perhitungan metode storet didasarkan pada penjumlahan *scoring* nilai maksimal, minial, dan rata-rata tiap parameter, sehingga semakin banyak parameter yang tidak memenuhi baku mutu dapat mempengaruhi besarnya total nilai negatif. Sesuai dengan penelitian (Anwar et al. 2018) bahwasanya kualitas air sungai bagian hulu lebih baik baik dibandingkan hilir sungai. Cemaran di sekitaran sungai dapat dipengaruhi oleh faktor aktivitas manusia seperti permukiman (*sewage*), industrial (*industrial waste*), peternakan dan perkebunan (*agriculture waste*).

4.6 Perhitungan Kualitas Air Sungai dengan Metode Canadian Council of Ministers of The Environment (CCME)

Perhitungan CCME terdiri dari tiga persamaan yaitu F1 (*scope*), F2 (*frequency*), dan F3 (*amplitude*), dari penggabungan persamaan tersebut menghasilkan nilai 0-100 untuk mendeskripsikan kualitas air.

Berikut merupakan langkah-langkah perhitungan CCME pada titik 1:

– Perhitungan F1

Terdapat 5 parameter yang tidak memenuhi baku mutu pada tabel 4.24 yaitu parameter temperatur, TSS, BOD, COD, dan fosfat, sehingga perhitungan F1 menggunakan rumus 2.15 maka nilai F1 didapatkan:

$$F_1 = \frac{\text{Number of failed variables}}{\text{Total number of variables}} \times 100$$

$$F_1 = \frac{5}{9} \times 100 = 55,556$$

– Perhitungan F2

Terdapat 8 total tes yang tidak memenuhi baku mutu pada tabel 4.24 yaitu parameter temperatur, TSS, BOD, COD, dan fosfat, sehingga perhitungan F2 menggunakan rumus 2.16 maka nilai F2 didapatkan:

$$F_1 = \frac{\text{Number of failed tests}}{\text{Total number of tests}} \times 100$$

$$F_2 = \frac{8}{18} \times 100 = 44,44$$

– Perhitungan F3

Untuk mendapatkan nilai dari F3, maka perlu untuk menghitung nilai *excursion* dan *nse* terlebih dahulu. Parameter yang tidak memenuhi baku mutu yaitu temperatur, TSS, BOD, COD, dan fosfat. Dikarenakan parameter tersebut tidak boleh melebihi baku mutu maka menggunakan rumus 2.17 sehingga nilai nilai *excursion* didapatkan

$$\text{Excursion}_i = \left(\frac{\text{FailedTestValue}_i}{\text{Objective}_i} \right) - 1$$

$$\text{nilai excursion temperatur 1B} = \frac{34,1}{33} - 1 = 0,033$$

$$\text{nilai excursion TSS 1B} = \frac{56,5}{50} \times -1 = 0,13$$

$$\text{nilai excursion BOD 1A} = \frac{22,2}{3} - 1 = 6,4$$

$$\text{nilai excursion BOD 1B} = \frac{18}{3} - 1 = 5$$

$$\text{nilai excursion COD 1A} = \frac{55,5}{25} - 1 = 1,22$$

$$\text{nilai } excursion \text{ COD 1B} = \frac{44,8}{25} - 1 = 0,792$$

$$\text{nilai } excursion \text{ fosfat 1A} = \frac{0,469}{0,2} - 1 = 1,345$$

$$\text{nilai } excursion \text{ fosfat 1B} = \frac{0,493}{0,2} - 1 = 1,465$$

nilai *excursion* tiap parameter yang telah didapatkan, kemudian ditotal sehingga didapatkan nilai total *excursion* seluruh parameter yaitu 16,385.

Nilai nse didapatkan dengan menggunakan rumus 2.19 sehingga didapatkan nilai nse sebagai berikut:

Diketahui:

$$\sum_{i=1}^n excursion_i = 16,385$$

$$\text{number of test} = 18$$

Ditanya:

Nse

Jawab:

$$nse = \frac{\sum_{i=1}^n excursion_i}{\text{number of test}}$$

$$nse = \frac{16,385}{18} = 0,91$$

setelah didapatkan nilai nse dilakukan perhitungan nilai F3 dengan menggunakan rumus 2.20 sehingga didapatkan nilai F3 sebagai berikut:

Diketahui:

$$nse = 0,91$$

Ditanya:

F3

Jawab:

$$F3 = \left(\frac{nse}{0,01nse + 0,01} \right) - 1$$

$$F3 = \left(\frac{0,91}{0,01 \cdot 0,827 + 0,01} \right) - 1 = 32,273$$

– Perhitungan CCME

Nilai F1, F2, dan F3 digunakan untuk menghitung CCME. Nilai CCME dihitung dengan rumus 2.21 sehingga didapatkan nilai CCME sebagai berikut:

Diketahui:

$$F1 = 55,56$$

$$F2 = 44,44$$

$$F3 = 32,273$$

Ditanya:

CCME

Jawab:

$$CCME = 100 - \left(\frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1,732} \right)$$

$$CCME = 100 - \left(\frac{\sqrt{55,556^2 + 44,44^2 + 32,273^2}}{1,732} \right) = 40,638$$

Hasil perhitungan nilai CCME di atas jika disesuaikan dengan tabel 2.5, kualitas air titik 1 termasuk ke dalam *marginal* atau kurang baik. Kondisi air tersebut sering terancam atau terganggu oleh pencemaran kondisi tersebut sering tidak sesuai dari alam atau kualitas air yang diinginkan.

Hasil perhitungan nilai CCME dari titik 1 hingga 4 yang ditampilkan dalam Tabel 4.24 – 4.25 di bawah ini:

Tabel 4. 24 Perbandingan Sampel Air dan Baku Mutu

Nama Sampel	Temperatur	TDS	TSS	Warna	pH	BOD	COD	DO	Fosfat
Baku mutu	27-33	1000	50	50	6-9	3	40	4	0,2
1A	30,1	387	48,3	5	8	22,2	55,5	4,05	0,469
1B	34,1	358	56,5	5	8,3	18,0	44,8	6,12	0,493
2A	31,7	458	8,7	5	7,6	13,0	32,5	6,95	0,582
2B	33,9	461	8,7	5	7,4	11,4	28,5	7,05	0,512
3A	27,7	488	13,0	5	7,8	12,5	31,2	6,85	0,415
3B	32,2	491	18,3	5	7,6	9,5	23,9	7,17	0,429
4A	29,5	486	372,5	5	7,7	4,99	12,4	7,47	0,590
4B	31,0	532	417,0	5	7,8	17,6	17,6	7,07	0,265
Titik 1	Total Parameter tidak memenuhi baku mutu								5
	Total tes tidak memenuhi								8
	Total tes								18
Titik 2	Total Parameter tidak memenuhi baku mutu								4
	Total tes tidak memenuhi								7
	Total tes								18
Titik 3	Total Parameter tidak memenuhi baku mutu								3
	Total tes tidak memenuhi								5

Nama Sampel	Temperatur	TDS	TSS	Warna	pH	BOD	COD	DO	Fosfat
	Total tes								18
Titik 4	Total Parameter tidak memenuhi baku mutu								3
	Total tes tidak memenuhi								6
	Total tes								18

Sumber: hasil analisis, 2022

Tabel 4. 25 Perhitungan Nilai Excursion dan nse Titik 1-4

Temperatur	nilai Excursion	TSS	nilai Excursion	BOD	nilai Excursion	COD	nilai Excursion	Fosfat	nilai Excursion
27-33		50		3		25		0,2	
30		48,3		22,2	6,4	55,5	1,22	0,47	1,345
34	0,0333	56,5	0,13	18	5	44,8	0,792	0,49	1,465
32		8,73		13	3,3333	32,5	0,3	0,58	1,91
34	0,0273	8,7		11,4	2,8	28,5	0,14	0,51	1,56
28		13		12,5	3,1667	31,2	0,248	0,42	1,075
32		18,3		9,52	2,1733	23,9		0,43	1,145
30		372,5	6,45	4,99	0,6633	12,4		0,59	1,95
31		417	7,34	17,6	4,8667	17,6		0,27	0,325
Total nilai excursion titik 1									16,385
Nilai nse titik 1									0,91
Total nilai excursion titik 2									10,071
Nilai nse titik 2									0,559
Total nilai excursion titik 3									7,808
Nilai nse titik 3									0,4338
Total nilai excursion titik 4									21,595
Nilai nse titik 4									1,1997

Sumber: hasil analisis, 2022

Tabel 4. 26 Perhitungan Nilai F1, F2, F3, CMEE Titik 1-4

Titik	F1	F2	F3	CCME
1	55,5556	44,444	31,1564	40,638 (marginal)
2	33,3333	27,7778	25,8462	60,7191 (marginal)
3	22,2222	22,2222	22,8261	62,603 (marginal)
4	33,3333	33,3333	35,2917	55,255 (marginal)
Rata-rata				54,804 (marginal)

Sumber: hasil analisis, 2022

Informasi Tabel 4.26 di atas didaftarkan nilai CCME terendah pada titik 1 sebesar 40,638 dengan kualitas air kurang baik (*marginal*) sedangkan nilai CCME tertinggi pada titik 3 sebesar 62,603 dengan kategori kurang baik (*marginal*). Hasil rata-rata nilai CCME secara keseluruhan didapatkan nilai 54,804 yang tergolong ke dalam kurang baik atau (*marginal*). Kualitas air tergolong kurang baik atau *marginal* mengindikasikan bahwasannya kualitas air sering terganggu atau terancam pencemaran, kondisi air sering tidak sesuai dengan kondisi alamiahnya atau peruntukan sungai tersebut. Berdasarkan hasil analisis kualitas air dengan metode CCME diketahui bahwa seluruh titik sampling Sungai Wрати tergolong kurang baik (*marginal*) sehingga tidak sesuai dengan peruntukannya sebagai sungai kelas dua yaitu dimanfaatkan untuk sarana/ prasarana, rekreasi air, mengairi tanaman, peternakan, budidaya ikan air tawar, atau kegiatan lain yang memerlukan kualitas air yang sama dengan kegiatan tersebut.

CCME merupakan metode yang sensitif untuk merespon perubahan kualitas air, dengan parameter banyak maupun sedikit, dengan dan tanpa bakteri. Perhitungan metode CCME berfokus pada beberapa aspek. Selain memperhatikan perbandingan nilai hasil pengujian tiap parameter dengan baku mutu, metode CCME juga memperharikan jumlah parameter yang tidak memenuhi baku mutu dan jumlah pengujian yang melebihi baku mutu. Metode CCME merupakan metode yang paling tepat karena memiliki fleksibilitas untuk memilih parameter dan menyesuaikan tujuan yang harus dipenuhi (Oktavia, Effendi, and Hariyadi 2018).

4.7 Perbandingan Metode IP, STORET, dan CCME

Metode perhitungan Indeks Kualitas Air diperlukan untuk menyederhanakan nilai dari berbagai jenis kriteria menjadi angka yang dapat menentukan kualitas air dengan cara yang mudah dipahami oleh masyarakat (Yacub et al., 2022). Secara umum, metode IP dan STORET membandingkan data air dengan baku mutu kelas peruntukannya. Selain IP dan STORET, penelitian ini menggunakan metode CCME WQI.

Hasil status mutu air Sungai Wрати yang telah didapatkan dengan metode IP, STORET, dan CCME pada tabel 4.16-4.19, 4.20-4.3; dan 4.26, sehingga didapatkan perbandingan antar metode yang ditampilkan pada tabel 4.27 berikut:

Tabel 4. 27 Perbandingan Kualitas Air Antar Metode

Titik sampling	Metode		
	IP	STORET	CCME
1	3,35 (tercemar ringan)	-35 (tercemar berat)	40,638 (<i>marginal</i>)
2	2,96 (tercemar ringan)	-31 (tercemar berat)	60,7191 (<i>marginal</i>)
3	3,05 (tercemar ringan)	-20 (tercemar sedang)	62,603 (<i>marginal</i>)
4	3,62 (tercemar ringan)	-25 (tercemar sedang)	55,255 (<i>marginal</i>)
rata-rata	3,62 (tercemar ringan)	-27,75 (tercemar sedang)	54,804 (<i>marginal</i>)

Sumber: hasil analisis, 2022

Perbandingan antar metode bertujuan untuk mengetahui metode yang memiliki sensitivitas paling tinggi terhadap pencemaran. Metode dengan sensitivitas tertinggi dapat dijadikan acuan sebagai penentu kualitas air.

Nilai rata-rata IP dari titik 1 hingga 4 sebesar 3,25 sehingga termasuk dalam kategori tercemar ringan. Metode IP dapat menggambarkan kualitas air di berbagai jenis perairan, tergantung dengan adanya peraturan standar baku mutu di masing-masing peraturan. Metode IP dapat menggolongkan kualitas air dengan mengolah data parameter air menjadi skor yang menggambarkan kualitas air suatu perairan (Romdania et al., 2018). Penggunaan indeks pencemaran memudahkan untuk mengevaluasi keseluruhan suatu perairan yaitu tidak menggunakan parameter tertentu dalam pengaplikasiannya dan lebih objektif, karena nilai indeks beban pencemaran dapat diketahui, sehingga memudahkan penyesuaian pola pengelolaan (Machairiyah, Nasution, and Slamet, 2020). Metode IP dapat digunakan untuk memantau status mutu air hanya dengan data satu seri sehingga biaya yang dikeluarkan dan waktu yang dihabiskan relatif sedikit, akan tetapi, data yang dihasilkan kurang cukup mewakili kondisi air sesungguhnya (Alfilaili, 2020).

Nilai rata-rata STORET dari titik 1 hingga 4 sebesar 3,25 sehingga termasuk dalam kategori tercemar sedang. Metode STORET mengolah data dengan menentukan nilai maksimal, minimal, rata-rata dari hasil pengukuran, sedangkan metode IP merata-rata nilai tiap parameter dalam bentuk tunggal (Yacub et al., 2022.). Respon metode STORET cukup sensitif terhadap dinamika indeks kualitas di berbagai lokasi dengan banyak maupun sedikit parameter (Romdania et al., 2018). Metode STORET mempunyai kelebihan mampu merepresentasikan status mutu air dengan rentang waktu tertentu sehingga akan tetapi metode ini membutuhkan biaya yang besar dan memerlukan waktu lama (Alfilaili, 2020).

Nilai rata-rata CCME dari titik 1 hingga 4 sebesar 54,804 sehingga termasuk dalam kategori kurang baik (*marginal*). CCME merupakan metode yang sensitif untuk merespon perubahan kualitas air, dengan parameter banyak maupun sedikit, dengan dan tanpa bakteri. Selain memperhatikan perbandingan nilai hasil pengujian tiap parameter dengan baku mutu, metode CCME juga memperharikan jumlah parameter yang tidak memenuhi baku mutu dan jumlah pengujian yang melebihi baku mutu. Metode CCME merupakan metode yang paling tepat karena memiliki fleksibilitas untuk memilih parameter dan menyesuaikan tujuan yang harus dipenuhi (Oktavia, Effendi, and Hariyadi, 2018). Metode CCME dianggap metode yang paling dapat menunjukkan kualitas air sungai secara komperhensif karena perhitungannya berdasarkan pendekatan statistika. (Alfilaili, 2020).

Metode IP, STORET, dan CCME mengklasifikasikan kualitas mutu air secara berbeda, karena sistem penilaian pada metode tersebut tidak sama. Hasil analisis perhitungan rata – rata metode IP, STORET, dan CCME menunjukkan kategori yang hampir sama pada metode STORET dan CCME. Metode STORET mengkategorikan tercemar berat pada titik 1 dan 2 sedangkan 3 dan 4 tergolong tercemar sedang. Metode CCME mengkategorikan titik 1 hingga 4 kurang baik atau *marginal*. Penelitian yang dilakukan (Yusrizal, 2015; dalam Romdania et al., 2018) membahas mengenai efektifitas metode IP, STORET, dan CCME, dari perhitungan tersebut didapatkan metode STORET menggambarkan lebih tercemar dibanding metode lainnya. Perhitungan metode

CCME lebih logis sebab memperhitungkan selisih hasil pengujian dibanding baku mutunya, hal tersebut tidak terdapat dalam metode STORET. Metode CCME memiliki persamaan dengan metode STORET yaitu menggunakan data *time series* tidak seperti metode IP yang dapat menggunakan data tunggal, sehingga perhitungan metode CCME dapat lebih menggambarkan kualitas air dalam rentang waktu tertentu. Tidak seperti metode CCME metode IP dan STORET melihat besaran nilai dan tidak memperhatikan selisih nilai dari tiap pengukuran dengan baku mutu yang digunakan, sehingga hasil perhitungan dengan metode IP dan STORET hasilnya kurang akurat jika dibandingkan metode yang memperhatikan jumlah total tes di bawah mutu, jumlah parameter di bawah baku mutu, dan besarnya selisih hasil pengukuran dengan baku mutu (Yacub et al., 2022). Sesuai dengan penelitian (Yusrizal, 2015; dalam Romdania et al., 2018) menyatakan metode CCME lebih baik dari metode IP dan STORET ditinjau dari segi efektivitas metode berdasarkan uji sensitivitas, karena metode CCME memperhitungkan amplitudo (F3) yaitu besarnya perbedaan hasil pengujian yang tidak sesuai dengan baku.

4.8 Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Wrati

Tujuan dari analisis bahan pencemar adalah untuk mengetahui kemampuan sungai dalam menampung polutan yang masuk dalam sungai. Ketika polutan melebihi batas daya tampung, sungai sudah dinyatakan tercemar dan perlu dijaga untuk meningkatkan kualitas air sungai. Daya tampung beban pencemaran diketahui dari hasil perhitungan beban pencemaran maksimum dikurangi dengan beban pencemaran terukur. Hasil perhitungan suatu parameter yang menunjukkan hasil positif, maka beban pencemar parameter tersebut dikatakan masih dapat diterima badan air tersebut.

Parameter yang digunakan pada perhitungan ini yaitu COD, BOD, TSS, dan total N, parameter tersebut merupakan parameter kunci dalam penelitian (Iskandar dalam Rahayu, Juwana, and Marganingrum 2018) . Parameter kunci merupakan parameter yang banyak terjadi dengan probabilitas $\geq 80\%$. Parameter yang digunakan dalam penelitian Rahayu, Juwana, dan Marganingrum, 2018 yaitu nitrit dan amonia sebagai pengganti nitrogen,

karena keterbatasan data. Penelitian ini tidak dapat menggunakan data nitrogen karena keterbatasan data untuk mendapatkan data N, sehingga digunakan data fosfat yang mewakili konsentrasi nitrogen di Sungai Wrati. Perhitungan daya tampung beban pencemar ditampilkan di bawah ini:

A. Daya tampung Beban Pencemar (DTBP) Parameter COD

1. Beban pencemaran terukur (BPs)

Beban pencemaran terukur (BPs) dihitung dengan rumus 2.22 sehingga didapatkan:

– BPs parameter COD titik 1

Diketahui:

$$C_s = 50,15 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,357765 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

BPs

Jawab:

$$BPs = Q_s \times C_s \times f$$

$$= 0,357765 \text{ m}^3/\text{s} \times 50,15 \text{ mg/l} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 1550,18 \text{ kg/hari}$$

– BPs parameter COD titik 2

Diketahui:

$$C_s = 30,5 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,49219 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

BPs

Jawab:

$$BPs = Q_s \times C_s \times f$$

$$= 0,49219 \text{ m}^3/\text{s} \times 30,5 \text{ mg/l} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 1297,019 \text{ kg/hari}$$

- BPs parameter COD titik 3

Diketahui:

$$C_s = 27,55 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 4,921 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

BPs

Jawab:

$$BPs = Q_s \times C_s \times f$$

$$= 4,921 \text{ m}^3/\text{s} \times 27,55 \text{ mg/l} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 11713,55 \text{ kg/hari}$$

- BPs parameter COD titik 4

Diketahui:

$$C_s = 15 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,346558 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

BPs

Jawab:

$$BPs = Q_s \times C_s \times f$$

$$= 0,346558 \text{ m}^3/\text{s} \times 15 \text{ mg/l} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 449,1677 \text{ kg/hari}$$

2. Beban pencemaran maksimum (BPM) dihitung dengan rumus 2.23 sehingga didapatkan:

- BPM parameter COD titik 1

Diketahui:

$$C_s = 25 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,357765 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

Bps

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{BPm} &= \text{Cs} \times \text{Qs} \times \text{F} \\ &= 25 \text{ mg/l} \times 0,357765 \text{ m}^3/\text{s} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari} \\ &= 1236,44 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- BPm parameter COD titik 2

Diketahui:

$$\text{Cs} = 25 \text{ mg/l}$$

$$\text{Qs} = 0,49219 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{F} = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari} \text{ (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

Bps

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{BPm} &= \text{Cs} \times \text{Qs} \times \text{F} \\ &= 25 \text{ mg/l} \times 0,49219 \text{ m}^3/\text{s} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari} \\ &= 1297,019 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- BPm parameter COD titik 3

Diketahui:

$$\text{Cs} = 25 \text{ mg/l}$$

$$\text{Qs} = 4,921 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{F} = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari} \text{ (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

Bps

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{BPm} &= \text{Cs} \times \text{Qs} \times \text{F} \\ &= 25 \text{ mg/l} \times 4,921 \text{ m}^3/\text{s} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari} \\ &= 11713,55 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- BPm parameter COD titik 4

Diketahui:

$$\text{Cs} = 25 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,34658 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

Bps

Jawab:

$$BP_m = C_s \times Q_s \times F$$

$$= 25 \text{ mg/l} \times 0,34658 \text{ m}^3/\text{s} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 449,1677 \text{ kg/hari}$$

3. Daya tampung beban pencemar (DTBP) dihitung dengan rumus 2.24 sehingga didapatkan:

– DTBP parameter COD titik 1

Diketahui:

$$BP_s = 1550,181 \text{ kg/hari}$$

$$BP_m = 772,772 \text{ kg/hari}$$

Ditanya:

DTBP

Jawab:

$$DTBP = BP_m - BP_s$$

$$= 772,772 \text{ kg/ hari} - 1550,181 \text{ kg/hari}$$

$$= -777,41 \text{ kg/hari}$$

– DTBP parameter COD titik 2

Diketahui:

$$BP_s = 1063,13 \text{ kg/hari}$$

$$BP_m = 1701,01 \text{ kg/hari}$$

Ditanya:

DTBP

Jawab:

$$DTBP = BP_m - BP_s$$

$$= 1063,13 \text{ kg/hari} - 1297,019 \text{ kg/ hari}$$

$$= -233,89 \text{ kg/hari}$$

– DTBP parameter COD titik 3

Diketahui:

$$BPs = 11713,55 \text{ kg/hari}$$

$$BPm = 10629,4 \text{ kg/hari}$$

Ditanya:

DTBP

Jawab:

$$DTBP = BPm - BPs$$

$$= 10629,4 \text{ kg/hari} - 11713,55 \text{ kg/hari}$$

$$= -1084,2 \text{ kg/hari}$$

– DTBP parameter COD titik 4

Diketahui:

$$BPs = 449,1677 \text{ kg/hari}$$

$$BPm = 748,613 \text{ kg/hari}$$

Ditanya:

DTBP

Jawab:

$$DTBP = BPm - BPs$$

$$= 748,613 \text{ kg/hari} - 449,1677 \text{ kg/hari}$$

$$= 299,445 \text{ kg/hari}$$

Rekap hasil perhitungan daya tampung beban pencemar parameter COD tiap titik ditampilkan pada Tabel 4.31 di bawah ini:

Tabel 4. 28 Nilai Daya Tampung Beban Pencemar Parameter COD

Titik sampling	Beban pencemaran terukur (kg/hari)	Beban pencemaran maksimum (kg/hari)	Daya tampung beban pencemar (DTBP) (kg/hari)
Titik 1	1550,18	772,772	-777,41
Titik 2	1297,02	1063,13	-233,89
Titik 3	11713,6	10629,4	-1084,2
Titik 4	449,168	748,613	299,445

Sumber: hasil analisis, 2022

Tabel 4.31 menunjukkan parameter COD di titik 1 hingga 3 memiliki nilai negatif. Daya tampung beban pencemar yang bernilai negatif mengartikan bahwa Sungai Wрати tidak memiliki daya tampung beban pencemaran parameter COD di titik 1-3, karena beban pencemaran parameter COD di titik 1-3 melebihi beban pencemar yang diizinkan dengan baku mutu air Kelas II. Sungai tanpa daya tampung beban pencemar berarti bahwa konsentrasi polutan di sungai tersebut melebihi baku mutu yang ditentukan. Perhitungan daya tampung beban pencemar di atas menunjukkan nilai parameter COD di titik 1-3 bernilai negatif, sehingga kegiatan yang berpotensi mencemari di titik 1 dan 2 yaitu aktivitas yang menghasilkan limbah domestik seperti rumah tangga sedangkan di titik 3 aktivitas industri.

B. Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP) Parameter (BOD)

1. Beban pencemaran terukur (BPs)

Beban pencemaran terukur (BPs) dihitung dengan rumus 2.22 sehingga didapatkan:

- BPs parameter BOD titik 1

Diketahui:

$$C_s = 20,1 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,357765 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

BPs

Jawab:

$$BPs = Q_s \times C_s \times f$$

$$= 0,357765 \text{ m}^3/\text{s} \times 20,1 \text{ mg/l} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 621,309 \text{ kg/hari}$$

- BPs parameter BOD titik 2

Diketahui:

$$C_s = 12,2 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,49219 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3\text{.hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

BPs

Jawab:

$$BPs = Q_s \times C_s \times f$$

$$= 0,49219 \text{ m}^3/\text{s} \times 12,2 \text{ mg/l} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3\text{.hari}$$

$$= 518,8076 \text{ kg/hari}$$

– BPs parameter BOD titik 3

Diketahui:

$$C_s = 11,01 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 4,921 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3\text{.hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

BPs

Jawab:

$$BPs = Q_s \times C_s \times f$$

$$= 4,921 \text{ m}^3/\text{s} \times 11,01 \text{ mg/l} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3\text{.hari}$$

$$= 4681,17 \text{ kg/hari}$$

– BPs parameter BOD titik 4

Diketahui:

$$C_s = 11,295 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,346558 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3\text{.hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

BPs

Jawab:

$$BPs = Q_s \times C_s \times f$$

$$= 0,346558 \text{ m}^3/\text{s} \times 11,295 \text{ mg/l} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3\text{.hari}$$

$$= 338,2233 \text{ kg/hari}$$

2. Beban pencemaran maksimum (BPm) dihitung dengan rumus 2.23 sehingga didapatkan:

– BPm parameter BOD titik 1

Diketahui:

$$C_s = 3 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,357765 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

Bps

Jawab:

$$BPm = C_s \times Q_s \times F$$

$$= 3 \text{ mg/l} \times 0,357765 \text{ m}^3/\text{s} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 92,7327 \text{ kg/hari}$$

– BPm parameter BOD titik 2

Diketahui:

$$C_s = 3 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,49219 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

Bps

Jawab:

$$BPm = C_s \times Q_s \times F$$

$$= 3 \text{ mg/l} \times 0,49219 \text{ m}^3/\text{s} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 127,576 \text{ kg/hari}$$

– BPm parameter BOD titik 3

Diketahui:

$$C_s = 3 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 4,921 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

Bps

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{BPm} &= C_s \times Q_s \times F \\ &= 3 \text{ mg/l} \times 4,921 \text{ m}^3/\text{s} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari} \\ &= 1275,52 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- BPm parameter BOD titik 4

Diketahui:

$$C_s = 3 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,34658 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari} \text{ (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

Bps

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{BPm} &= C_s \times Q_s \times F \\ &= 3 \text{ mg/l} \times 0,34658 \text{ m}^3/\text{s} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari} \\ &= 89,8336 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

3. Daya tampung beban pencemar (DTBP) dihitung dengan rumus 2.24 sehingga didapatkan:

- DTBP parameter BOD titik 1

Diketahui:

$$\text{BPs} = 621,309 \text{ kg/hari}$$

$$\text{BPm} = 92,7327 \text{ kg/hari}$$

Ditanya:

DTBP

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{DTBP} &= \text{BPm} - \text{BPs} \\ &= 92,7327 \text{ kg/hari} - 621,309 \text{ kg/hari} \\ &= -528,58 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- DTBP parameter BOD titik 2

Diketahui:

$$\text{BPs} = 518,8076 \text{ kg/hari}$$

$$BPm = 127,576 \text{ kg/hari}$$

Ditanya:

DTBP

Jawab:

$$\begin{aligned} DTBP &= BPm - BPs \\ &= 127,576 \text{ kg/hari} - 518,8076 \text{ kg/ hari} \\ &= -391,23/\text{hari} \end{aligned}$$

– DTBP parameter BOD titik 3

Diketahui:

$$BPs = 4681,17 \text{ kg/hari}$$

$$BPm = 1275,52 \text{ kg/hari}$$

Ditanya:

DTBP

Jawab:

$$\begin{aligned} DTBP &= BPm - BPs \\ &= 1275,52 \text{ kg/hari} - 4681,17 \text{ kg/ hari} \\ &= -3405,6 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

– DTBP parameter BOD titik 4

Diketahui:

$$BPs = 338,2233 \text{ kg/hari}$$

$$BPm = 89,8335 \text{ kg/hari}$$

Ditanya:

DTBP

Jawab:

$$\begin{aligned} DTBP &= BPm - BPs \\ &= 89,8335 \text{ kg/ hari} - 338,2233 \text{ kg/hari} \\ &= -248,39 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Rekap hasil perhitungan daya tampung beban pencemar parameter BOD tiap titik ditampilkan pada Tabel 4.32 di bawah ini:

Tabel 4. 29 Nilai Daya Tampung Beban Pencemar Parameter BOD

Titik Sampling	Beban pencemaran terukur	Beban pencemaran maksimum	Daya tampung beban pencemar (DTBP)
Titik 1	621,309	92,7327	-528,58
Titik 2	518,808	127,576	-391,23
Titik 3	4681,17	1275,52	-3405,6
Titik 4	338,223	89,8335	-248,39

Sumber: hasil analisis, 2022

Tabel 4.32 menunjukkan parameter BOD di semua titik memiliki nilai negatif. Daya tampung beban pencemar yang bernilai negatif mengartikan bahwa Sungai Wрати tidak memiliki daya tampung beban pencemaran parameter BOD di semua titik, karena beban pencemaran parameter BOD di semua titik melebihi beban pencemar yang diizinkan dengan baku mutu air Kelas II. Sungai tanpa daya tampung beban pencemar berarti bahwa konsentrasi polutan di sungai melebihi baku mutu yang ditentukan. Namun demikian pengurangan beban secara alami ini belum bisa mengimbangi laju beban yang masuk di titik 1 hingga 4 (Pangestu, 2017). Parameter BOD di semua titik menunjukkan nilai negatif di semua titik, sehingga kegiatan yang berpotensi mencemari di titik 1 dan 2 yaitu aktivitas domestik, di titik 3 aktivitas industri, di titik 4 yaitu aktivitas pertanian.

C. Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP) Parameter TSS

1. Beban pencemaran terukur (BPs)

Beban pencemaran terukur (BPs) dihitung dengan rumus 2.22 sehingga didapatkan:

– BPs parameter TSS titik 1

Diketahui:

$$C_s = 52,4 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,357765 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

BPs

Jawab:

$$BPs = Qs \times Cs \times f$$

$$= 0,357765 \text{ m}^3/\text{s} \times 52,4 \text{ mg/l} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 1619,731 \text{ kg/hari}$$

- BPs parameter TSS titik 2

Diketahui:

$$Cs = 8,715 \text{ mg/l}$$

$$Qs = 0,49219 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

BPs

Jawab:

$$BPs = Qs \times Cs \times f$$

$$= 0,49219 \text{ m}^3/\text{s} \times 8,715 \text{ mg/l} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 370,6073 \text{ kg/hari}$$

- BPs parameter TSS titik 3

Diketahui:

$$Cs = 15,65 \text{ mg/l}$$

$$Qs = 4,921 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

BPs

Jawab:

$$BPs = Qs \times Cs \times f$$

$$= 4,921 \text{ m}^3/\text{s} \times 15,65 \text{ mg/l} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 6653,979 \text{ kg/hari}$$

- BPs parameter TSS titik 4

Diketahui:

$$Cs = 394,75 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,346558 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

BPs

Jawab:

$$BPs = Q_s \times C_s \times f$$

$$= 0,346558 \text{ m}^3/\text{s} \times 394,75 \text{ mg/l} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 11820,6 \text{ kg/hari}$$

2. Beban pencemaran maksimum (BPm) dihitung dengan rumus 2.23 sehingga didapatkan:

– BPm parameter TSS titik 1

Diketahui:

$$C_s = 50 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,357765 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

Bps

Jawab:

$$BPm = C_s \times Q_s \times F$$

$$= 50 \text{ mg/l} \times 0,357765 \text{ m}^3/\text{s} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 1545,54 \text{ kg/hari}$$

– BPm parameter TSS titik 2

Diketahui:

$$C_s = 50 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,49219 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

Bps

Jawab:

$$BPm = C_s \times Q_s \times F$$

$$= 50 \text{ mg/l} \times 0,49219 \text{ m}^3/\text{s} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 2126,26 \text{ kg/hari}$$

- BPm parameter TSS titik 3

Diketahui:

$$C_s = 50 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 4,921 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari} \text{ (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

Bps

Jawab:

$$BPm = C_s \times Q_s \times F$$

$$= 50 \text{ mg/l} \times 4,921 \text{ m}^3/\text{s} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 21258,7 \text{ kg/hari}$$

- BPm parameter TSS titik 4

Diketahui:

$$C_s = 50 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,34658 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari} \text{ (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

Bps

Jawab:

$$BPm = C_s \times Q_s \times F$$

$$= 50 \text{ mg/l} \times 0,34658 \text{ m}^3/\text{s} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 1497,23 \text{ kg/hari}$$

3. Daya tampung beban pencemar (DTBP) dihitung dengan rumus 2.24 sehingga didapatkan:

- DTBP parameter TSS titik 1

Diketahui:

$$BPs = 1619,731 \text{ kg/hari}$$

$$BPm = 1545,54 \text{ kg/hari}$$

Ditanya:

DTBP

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{DTBP} &= \text{BPm} - \text{BPs} \\ &= 1545,54 \text{ kg/hari} - 1619,731 \text{ kg/ hari} \\ &= -74,186 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- DTBP parameter TSS titik 2

Diketahui:

$$\text{BPs} = 370,6073 \text{ kg/hari}$$

$$\text{BPm} = 2126,26 \text{ kg/hari}$$

Ditanya:

DTBP

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{DTBP} &= \text{BPm} - \text{BPs} \\ &= 2126,25 \text{ kg/hari} - 370,6073 \text{ kg/ hari} \\ &= 1755,65/\text{hari} \end{aligned}$$

- DTBP parameter TSS titik 3

Diketahui:

$$\text{BPs} = 6653,979 \text{ kg/hari}$$

$$\text{BPm} = 21258,7 \text{ kg/hari}$$

Ditanya:

DTBP

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{DTBP} &= \text{BPm} - \text{BPs} \\ &= 21258,7 \text{ kg/hari} - 6653,979 \text{ kg/ hari} \\ &= 14604,7 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- DTBP parameter TSS titik 4

Diketahui:

$$\text{BPs} = 11820,6 \text{ kg/hari}$$

$$\text{BPm} = 1497,23 \text{ kg/hari}$$

Ditanya:

DTBP

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{DTBP} &= \text{BPm} - \text{BPs} \\ &= 1497,23 \text{ kg/hari} - 11820,6 \text{ kg/ hari} \\ &= -10323 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Rekap hasil perhitungan daya tampung beban pencemar parameter TSS tiap titik ditampilkan pada Tabel 4.33 di bawah ini:

Tabel 4. 30 Nilai Daya Tampung Beban Pencemar Parameter TSS

Titik Sampling	Beban pencemaran terukur	Beban pencemaran maksimum	Daya tampung beban pencemar (DTBP)
Titik 1	1619,73	1545,54	-74,186
Titik 2	370,607	2126,26	1755,65
Titik 3	6653,98	21258,7	14604,7
Titik 4	11820,6	1497,23	-10323,77

Sumber: hasil analisis, 2022

Tabel 4.33 menunjukkan parameter TSS cenderung fluktuatif, di titik 1 dan 4 memiliki nilai negatif. Daya tampung beban pencemar yang bernilai negatif mengartikan bahwa Sungai Wрати tidak memiliki daya tampung beban pencemaran parameter TSS di titik 1 dan 4, karena beban pencemaran parameter TSS di titik 1 dan 4 melebihi beban pencemar yang diizinkan dengan baku mutu air Kelas II. Sungai tanpa daya tampung beban pencemar berarti bahwa konsentrasi polutan di sungai tersebut melebihi baku mutu yang ditentukan. Parameter TSS di titik 1 dan 4 menunjukkan nilai negatif, sumber pencemaran yang berpotensi mencemari di titik 1 aktivitas domestik sedangkan di titik 4 yaitu kegiatan pertanian.

D. Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP) Parameter Fosfat

1. Beban pencemaran terukur (BPs)

Beban pencemaran terukur (BPs) dihitung dengan rumus 2.22 sehingga didapatkan:

- BPs parameter fosfat titik 1

Diketahui:

$$C_s = 0,481 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,357765 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

BPs

Jawab:

$$BPs = Q_s \times C_s \times f$$

$$= 0,357765 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,481 \text{ mg/l} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 14,86814 \text{ kg/hari}$$

– BPs parameter fosfat titik 2

Diketahui:

$$C_s = 0,547 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,49219 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

BPs

Jawab:

$$BPs = Q_s \times C_s \times f$$

$$= 0,49219 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,547 \text{ mg/l} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 23,26129 \text{ kg/hari}$$

– BPs parameter fosfat titik 3

Diketahui:

$$C_s = 0,422 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 4,921 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

BPs

Jawab:

$$BPs = Q_s \times C_s \times f$$

$$= 4,921 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,422 \text{ mg/l} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 179,4236 \text{ kg/hari}$$

- BPs parameter fosfat titik 4

Diketahui:

$$C_s = 0,4275 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,346558 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari} \text{ (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

BPs

Jawab:

$$BPs = Q_s \times C_s \times f$$

$$= 394,75 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,346558 \text{ mg/l} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 11820,6 \text{ kg/hari}$$

2. Beban pencemaran maksimum (BPm) dihitung dengan rumus 2.23 sehingga didapatkan:

- BPm parameter fosfat titik 1

Diketahui:

$$C_s = 0,2 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,357765 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari} \text{ (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

Bps

Jawab:

$$BPm = C_s \times Q_s \times F$$

$$= 0,2 \text{ mg/l} \times 0,357765 \text{ m}^3/\text{s} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3.\text{hari}$$

$$= 6,18218 \text{ kg/hari}$$

- BPm parameter fosfat titik 2

Diketahui:

$$C_s = 0,2 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,49219 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3\text{.hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

Bps

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{BPm} &= C_s \times Q_s \times F \\ &= 0,2 \text{ mg/l} \times 0,49219 \text{ m}^3/\text{s} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3\text{.hari} \\ &= 8,50504 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

– BPm parameter fosfat titik 3

Diketahui:

$$C_s = 0,2 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 4,921 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3\text{.hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

Bps

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{BPm} &= C_s \times Q_s \times F \\ &= 0,2 \text{ mg/l} \times 4,921 \text{ m}^3/\text{s} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3\text{.hari} \\ &= 85,0349 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

– BPm parameter fosfat titik 4

Diketahui:

$$C_s = 0,2 \text{ mg/l}$$

$$Q_s = 0,34658 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$F = 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3\text{.hari (Mitch and Gosselink)}$$

Ditanya:

Bps

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{BPm} &= C_s \times Q_s \times F \\ &= 0,2 \text{ mg/l} \times 0,34658 \text{ m}^3/\text{s} \times 86,4 \text{ kg.lt.s/mg.m}^3\text{.hari} \\ &= 5,9889 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

4. Daya tampung beban pencemar (DTBP) dihitung dengan rumus 2.24 sehingga didapatkan:

– DTBP parameter fosfat titik 1

Diketahui:

$$BPs = 14,86814 \text{ kg/hari}$$

$$BPm = 6,18218 \text{ kg/hari}$$

Ditanya:

DTBP

Jawab:

$$\begin{aligned} DTBP &= BPm - BPs \\ &= 6,18218 \text{ kg/hari} - 14,86814 \text{ kg/hari} \\ &= -8,686 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

– DTBP parameter fosfat titik 2

Diketahui:

$$BPs = 23,26129 \text{ kg/hari}$$

$$BPm = 8,50504 \text{ kg/hari}$$

Ditanya:

DTBP

Jawab:

$$\begin{aligned} DTBP &= BPm - BPs \\ &= 8,50504 \text{ kg/hari} - 23,26129 \text{ kg/hari} \\ &= -14,756 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

– DTBP parameter fosfat titik 3

Diketahui:

$$BPs = 179,4236 \text{ kg/hari}$$

$$BPm = 85,0349 \text{ kg/hari}$$

Ditanya:

DTBP

Jawab:

$$\begin{aligned} DTBP &= BPm - BPs \\ &= 85,0349 \text{ kg/hari} - 179,4236 \text{ kg/hari} \\ &= -94,389 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- DTBP parameter fosfat titik 4

Diketahui:

$$BP_s = 12,80127888 \text{ kg/hari}$$

$$BP_m = 5,9889024 \text{ kg/hari}$$

Ditanya:

DTBP

Jawab:

$$DTBP = BP_m - BP_s$$

$$= 5,9889024 \text{ kg/hari} - 12,80127888 \text{ kg/hari}$$

$$= -6,81237648 \text{ kg/hari}$$

Rekap hasil perhitungan daya tampung beban pencemar parameter fosfat tiap titik ditampilkan pada Tabel 4.34 di bawah ini:

Tabel 4. 31 Daya Tampung Beban Pencemar Parameter Fosfat

Titik Sampling	Beban pencemaran terukur (kg/hari)	Beban pencemaran maksimum (kg/hari)	Daya tampung beban pencemar (DTBP) (kg/hari)
Titik 1	14,8681	6,18218	-8,686
Titik 2	23,2613	8,50504	-14,756
Titik 3	179,424	85,0349	-94,389
Titik 4	12,8013	5,9889	-6,8124

Sumber: hasil analisis, 2022

Tabel 4.34 menunjukkan parameter fosfat cenderung fluktuatif, di semua titik memiliki nilai negatif. Daya tampung beban pencemar yang bernilai negatif mengartikan bahwa Sungai Wрати tidak memiliki daya tampung beban pencemaran parameter fosfat di semua titik, karena beban pencemaran parameter fosfat di semua titik melebihi beban pencemar yang diizinkan dengan baku mutu air Kelas II. Sungai tanpa daya tampung beban pencemar berarti bahwa konsentrasi polutan di sungai tersebut melebihi baku mutu yang ditentukan. Parameter fosfat di semua titik menunjukkan nilai negatif, sumber pencemar yang berpotensi mencemari di titik 1 dan 2 yaitu aktivitas domestik, di titik 3 aktivitas industri, di titik 4 yaitu aktivitas pertanian.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan mengenai analisis kualitas air dengan metode IP, Storet, dan CCME serta analisis beban pencemaran Sungai Wrati maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai hasil perhitungan kualitas air Sungai Wrati dengan menggunakan metode IP diperoleh dari titik 1 hingga 4 termasuk ke dalam tercemar ringan dan metode STORET diperoleh dari titik 1 dan 2 termasuk ke dalam tercemar berat, sedangkan titik 3 dan 4 termasuk ke dalam tercemar sedang lalu dengan metode CCME dari titik 1 hingga 4 termasuk ke kurang baik atau *marginal*. Perbandingan metode paling sensitif dari ketiga metode tersebut yaitu metode CCME karena metode ini menggunakan perbandingan parameter temperatur, TSS, BOD, COD, fosfat dengan banyaknya parameter; serta perbandingan parameter temperatur, TSS, BOD, COD, fosfat dengan banyaknya total pengujian; dan data hasil pengujian parameter temperatur, TSS, BOD, COD, dan fosfat baku mutu.
2. Nilai parameter COD yang melebihi beban pencemar yaitu -313,75; -233,89; -1084,2 di titik 1-3. Nilai parameter BOD yang melebihi beban pencemaran yaitu -528,58; -391,23; -3405,6; dan -248,39 di semua titik. Nilai parameter TSS yang melebihi beban pencemar yaitu -74,186 dan -10323 di titik 1 dan 4. Nilai parameter fosfat yang melebihi beban pencemar yaitu -8,686; -14,756; -94,389; dan -6,8124 di semua titik sehingga parameter COD di titik 1-3, BOD di titik 1-4, TSS di titik 1 dan 4, fosfat di titik 1-4 telah melebihi kapasitas daya tampung Sungai Wrati.
3. Hasil evaluasi kualitas air di titik 1-4 menggunakan metode IP, STORET, dan CCME belum sesuai peruntukan kelas II yaitu dimanfaatkan sebagai sarana/ prasarana, rekreasi air, mengairi tanaman, peternakan, budidaya

ikan air tawar, atau kegiatan lain yang memerlukan kualitas air yang sama dengan kegiatan tersebut.

5.2 Saran

Adapun saran mengenai penelitian analisis kualitas air dan beban pencemaran ini yaitu:

1. Perlu dilakukan pengambilan secara berkala agar mendapatkan data *retention time* yang bagus.
2. Pengujian parameter DO perlu dilakukan langsung di lokasi pengambilan sampel agar nilai yang dihasilkan dapat mewakili kondisi terkini sungai.
3. Perhitungan perbandingan antar metode perlu dikaji ulang kembali.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, Moh. Awaludin, Ach Khumaidi, Ramli Ramli, Yenny Risjani, and Agoes Soegianto. 2022. 'Indeks Pencemaran Lingkungan Sungai Wangi, Desa Beujeng, Kecamatan Beji, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur'. *JURNAL ILMIAH SAINS* 22 (1): 31. <https://doi.org/10.35799/jis.v22i1.36791>.
- Afwa, Rainuy Saninzita, Max Rudolf Muskananfolo, and Arif Rahman. 2021. 'Analysis of the Load and Status of Organic Matter Pollution in Beringin River Semarang', 11.
- Ahdiaty, Rahmi dan Fitriana. 2020. 'Pengambilan Sampel Air Sungai Gajah Wong Di Wilayah Kota Yogyakarta' 03: 65–73.
- Alfilaili, Fima Nur. 2020. 'Perbandingan Berbagai Metode Penentuan Status Mutu Air Di Situ Cibuntu, Cibinong, Bogor, Jawa Barat', 10.
- Alley, Roberts. 2007. *Principles and Practices of Water Supply Operations Water Quality*. United States: The McGraw-Hill Companies.
- Anwar, Saiful, Budi Hariono, Michael Joko Wibowo, and Merry Muspita Dyah Utami. 2018. 'Penentuan Status Mutu Air Metode Storet DAS Kali Curah Macan Determination of Water Quality Status of the Storet Method of Curah Macan River' 18 (2).
- Anwariyani, Destari. 2019. 'Pengaruh Air Limbah Domestik Terhadap Kualitas Sungai'. Preprint. INA-Rxiv. <https://doi.org/10.31227/osf.io/8nxsj>.
- Asrini, Ni, I Adnyana, and I Rai. 2017. 'Studi Analisis Kualitas Air Di Daerah Aliran Sungai Pakerisan Provinsi Bali'. *Ecotrophic* 11.
- Azhar, A, and Dewata. 2018. 'Studi Kapasitas Beban Pencemaran Sungai Berdasarkan Parameter Organik (BOD, COD Dan TSS) Di Batang Lembang Kota Solok, Provinsi Sumatera Barat'. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan* 2.
- BPS Kecamatan Gempol. 2020. *Kecamatan Gempol Dalam Angka 2020*. Pasuruan: BPS Kabupaten Pasuruan.
- Canter, Larry. 2018. *River Water Quality Monitoring*. New York: CRC Press.
- CCME Water Quality Index 1.0 and User's Manual. 2001. 'Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life'.

- Damayanti, Indah, Budi Kurniawan, and Rahmayetty. 2021. 'Study on the Use of the Indonesian Water Quality Index Method, CCME, Pollution Index and Storet in Determining Water Quality Status - Case Study of the Cirarab River'. In , 020029. Yogyakarta, Indonesia. <https://doi.org/10.1063/5.0062278>.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. 2009. 'Prosedur Dan Instruksi Kerja Pengukuran Debit Sungai Dan Saluran Terbuka'.
- Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. n.d. 'Buku Kajian Daya Tampung Dan Alokasi Beban Pencemaran Sungai Citarum'. In .
- Djoharam, Veybi, Etty Riani, and Mohamad Yani. 2018. 'Analisis Kualitas Air Dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Pesanggrahan Di Wilayah Provinsi DKI Jakarta.' *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan* 8: 127–33.
- Duhupo, Dewanti, Rahayu H Akili, and Odi R Pinontoan. 2019. 'Perbandingan Analisis Pencemaran Air Sungai dengan Menggunakan Parameter Kimia BOD dan COD di Kelurahan Ketang Baru Kecamatan Singkil Kota Manado Tahun 2018 Dan 2019'.
- Dwiningtias, Aprilia. 2022. 'Efek Biomassa *Azolla microphylla* Terhadap Parameter Fisika Air Gambut Pada Media Pemeliharaan Ikan Patin Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*)' 2 (1).
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta, Indonesia: PT Kanisius.
- Haeruddin, Haeruddin, Sigit Febrianto, and Pujiono Wahyu Purnomo. 2019. 'Beban Pencemaran, Kapasitas Asimilasi dan Status Pencemaran Estuari Banjir Kanal Barat, Kota Semarang, Jawa Tengah'. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)* 9 (3): 723–35. <https://doi.org/10.29244/jpsl.9.3.723-735>.
- Hamakonda, Umbu A, Bambang Suharto, and Liliya Dewi Susanawati. 2019. 'Analisis Kualitas Air Dan Beban Pencemaran Air Pada Sub Das

- Boentuka Kabupaten Timor Tengah Selatan.’ *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas* 23 (1): 56. <https://doi.org/10.25077/jtpa.23.1.56-67.2019>.
- Hassan, Fikrat M., Abdul Hameed M.J Al-Obaidy, and Ali O. Shaawiat. 2018. ‘Evaluation of Al-Shamiyah River Water Quality Using the Canadian Council of Ministries of the Environment (CCME) Water Quality Index and Factor Analysis’. *DESALINATION AND WATER TREATMENT* 116: 342–48. <https://doi.org/10.5004/dwt.2018.22553>.
- Islamawati, Diana, Yusniar Hanani Darundiati, and Nikie Astorina Dewanti. 2018. ‘Studi Penurunan Kadar Cod (Chemical Oxygen Demand) Menggunakan Ferri Klorida (FeCl₃) pada Limbah Cair Tapioka di Desa Ngemplak Margoyoso Pati’. *Jurnal Kesehatan Masyarakat* 6: 10.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Bandung. 2018. ‘Pengukuran Hidrologi Pelatihan Pengukuran Bidang SDA Tingkat Dasar’.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003. n.d. ‘Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air’.
- Lud, Waluyo. 2013. *Mikrobiologi Lingkungan*. Malang: UMM Press.
- Machairiyah, Machairiyah, Zulkifli Nasution, and Bejo Slamet. 2020. ‘Pengaruh Pemanfaatan Lahan terhadap Kualitas Air Sungai Percut dengan Metode Indeks Pencemaran (IP)’. *Limnotek : perairan darat tropis di Indonesia* 27 (1). <https://doi.org/10.14203/limnotek.v27i1.320>.
- Masrudi, Suwanto, and Rahma Lufira. 2018. *Morfologi Sungai*. Magetan: CV. AE Media Grafika.
- Natsir, Muh Fajaruddin, Astisa Anggi Liani, and Anzakiyah Dwi Fahsa. 2021. ‘ANALISIS KUALITAS BOD, COD, DAN TSS LIMBAH CAIR DOMESTIK (Grey Water) PADA RUMAH TANGGA DI KABUPATEN MAROS 202’ 4: 6.
- Oktavia, Siti Rosa, Hefni Effendi, and Sigid Hariyadi. 2018. ‘Status mutu air Kali Angke di Bogor, Tangerang, dan Jakarta’. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, December, 220–34. <https://doi.org/10.36813/jplb.2.3.220-234>.

- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. n.d. 'Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup'.
- Putranto, Fadillah. 2022. 'Efektivitas Metode Perhitungan STORET, IP, CCME Dan BCWQI Dalam Menentukan Status Air Sungai Gajahwong Dan Sungai Winongo'.
- Putri, Elena. 2019. 'Analisis Sebaran Air Limbah Aktifitas Peternakan Sapi Terhadap Kualitas Air Sungai Di Desa Babadan, Kecamatan Pace, Kabupaten Nganjuk'.
- Rahadi, Bambang, Bambang Suharto, Universitas Brawijaya, Florensia Yuke Monica, and Universitas Brawijaya. 2019. 'Identifikasi Daya Tampung Beban Pencemar dan Kualitas Air Sungai Lesti Sebelum Pembangunan Hotel'. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 6 (3): 1–10. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2019.006.03.1>.
- Rahayu, Yushi, Iwan Juwana, and Dyah Marganingrum. 2018. 'Kajian Perhitungan Beban Pencemaran Air Sungai Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikapundung dari Sektor Domestik'. *Jurnal Rekayasa Hijau* 2 (1). <https://doi.org/10.26760/jrh.v2i1.2043>.
- Romdania, Yuda, Ahmad Herison, Gatot Eko Susilo, and Elza Novilyansa. 2018. 'Kajian Penggunaan Metode IP, STORET, dan CCME WQI Dalam Menentukan Status Kualitas Air', 13.
- Sampe, Hisky Robinson, Iwan Juwana, and Dyah Marganingrum. 2018. 'Kajian Perhitungan Beban Pencemaran Sungai Cisangkuy di Cekung Bandung dari Sektor Pertanian'. *Jurnal Rekayasa Hijau* 2 (2). <https://doi.org/10.26760/jrh.v2i2.2395>.
- SNI 6989.57:2008. n.d. 'Metoda Pengambilan Contoh Air Permukaan'.
- SNI 8066:2015. n.d. 'Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai Dan Saluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus Dan Pelampung'.
- Yacub, Mirzal, Wisnu Prayogo, Laili Fitria, Afifah Yusrina, and Fairuza Marhamah. 2022. 'Kajian Penggunaan Metode IP, STORET, dan CCME WQI dalam Menentukan Status Mutu Sungai Cikapayang, Jawa Barat' 10 (1).

Yuniarti, and Danang Biyatmoko. 2019. 'Analisi Kualitas Air Dengan Penentuan Status Mutu Air Sungai Jaing Kabupaten Tabalong'. *Jukung Jurnal Teknil Lingkungan* 5: 52–69.

Zhao, Xiaohong et al. 2022. 'Evaluation of Water Quality Using a Takagi-Sugeno Fuzzy Neural Network and Determination of Heavy Metal Pollution Index in a Typical Site Upstream of the Yellow River'. *Environmental Research* Vol. 211.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A