

PROPOSAL TUGAS AKHIR

**ANALISIS KUALITAS AIR DAN DAYA TAMPUNG BEBAN
PENCEMARAN DI SUNGAI BOTOKAN KABUPATEN SIDOARJO**



Dosen Pembimbing :

Dedy Suprayogi, S.KM., M.KL

Ida Munfarida, M.T

Disusun Oleh:

Nurjannah Dwi Peni Safitri

NIM. H75214013

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

2019

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-NYA kepada saya sehingga saya berhasil menyelesaikan proposal penelitian ini dengan judul “Analisis Kualitas Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Sungai di Sungai Botokan Kabupaten Sidoarjo”. Saya menyadari bahwa proposal ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun selalu saya harapkan demi kesempurnaan proposal ini. Demikian saya sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penyusunan proposal ini dari awal hingga akhir.

Surabaya, 12 Februari 2019

Peneliti

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Batasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Definisi Pencemaran Air	Error! Bookmark not defined.
2.2 Sumber Pencemaran Air.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Kriteria Baku Mutu Air	Error! Bookmark not defined.
2.4 Parameter Kualitas Air	Error! Bookmark not defined.
2.5 Definisi Air Permukaan	Error! Bookmark not defined.
2.6 Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan.....	Error! Bookmark not defined.
2.6.1 Peralatan.....	Error! Bookmark not defined.
2.6.2 Wadah Contoh.....	Error! Bookmark not defined.
2.6.3 Lokasi dan Titik Pengambilan Contoh.....	Error! Bookmark not defined.
2.6.4 Pengawetan dan Penyimpanan Contoh	Error! Bookmark not defined.
2.7 Daya Tampung Beban Pencemaran.....	Error! Bookmark not defined.
2.8 Penelitian Terdahulu.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1 Jenis Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2 Kerangka Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.3 Tahap Penelitian	Error! Bookmark not defined.

3.3.1	Tahap Persiapan	Error! Bookmark not defined.
3.3.2	Tahap Pelaksanaan	Error! Bookmark not defined.
3.3.3	Tahap Pengolahan Data dan Penyusunan Laporan	Error!
		Bookmark not defined.

DAFTAR PUSTAKA	45
-----------------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh alat pengambilan contoh sederhana gayung bertangkai panjang	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.2 Contoh alat pengambilan air botol biasa secara langsung.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.3 Contoh alat pengambilan air botol biasa dengan pemberat.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.4 Contoh alat pengambilan contoh air point sampler tipe vertikal	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.5 Contoh alat pengambilan contoh air ponit sampler tipe horisontal	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.6 Contoh alat pengambilan contoh air gabungan kedalaman.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.7 Contoh alat pengambilan contoh otomatis	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.8 Contoh Lokasi Pengambilan Air	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.9 Titik Pengambilan Contoh Sungai	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.3 Titik Pengambilan Sampel	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.4 Lokasi Pengambilan Sampel	34
Gambar 3.5 Skema Kerja Analisis Parameter Suhu	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.6 Skema Kerja Analisis Parameter TSS	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.7 Skema Kerja Analisis Parameter pH..	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.8 Skema Kerja Analisis Parameter BOD	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.9 Skema Kerja Analisis Parameter COD	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.10 Skema Kerja Analisis Parameter DO	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kegiatan dan Jenis Limbah yang Dihasilkan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.2 Cara Pengawetan dan Penyimpanan Contoh Air Limbah	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.1 Perkiraan Jarak Pencampuran Sempurna Air Sungai ..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.2 Titik Lokasi Pengambilan Sampel	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.3 Alat Pengambilan Sampel.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.4 Pengukuran Kecepatan Aliran Rata-Rata Menggunakan Current Meter	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan sistem yang sangat dinamis, dimana kualitas air dapat berubah-ubah dari hulu hingga hilir bergantung pada aktivitas di sekitar badan perairan. Kegiatan di kawasan badan perairan seperti pemukiman, industri dan pertanian berdampak pada masuknya bahan pencemar ke aliran sungai (Tanjung, dkk., 2016). Perubahan kondisi kualitas air pada aliran sungai merupakan dampak buangan dari penggunaan lahan yang ada (Agustiningsih, dkk., 2012).

Allah SWT berfirman dalam QS. al-Rum [30] : 41 yang berbunyi :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya:

“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, sehingga Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).”

Berdasarkan ayat tersebut, dapat diartikan bahwa kerusakan lingkungan hidup terjadi apabila manusia tidak memperhatikan kelestarian ekologi secara keseluruhan ketika mengeksploitasi alam, seperti membuang limbah industri, limbah domestik dan lainnya ke dalam badan perairan (Zuhdi, 2012).

Kabupaten Sidoarjo merupakan daerah yang terletak diantara sungai Surabaya dan sungai Porong, sehingga Kabupaten Sidoarjo disebut juga dengan Kota Delta. Kabupaten Sidoarjo memiliki luas wilayah sebesar 714.243 km² dengan jumlah kecamatan sebanyak 18 kecamatan. Salah satu kecamatan di Kabupaten Sidoarjo yaitu Kecamatan Taman (BPS, 2018). Berdasarkan Perda Kabupaten Sidoarjo No. 6 Tahun 2009 tentang RTRW Kabupaten Sidoarjo Tahun 2009-2029, Kecamatan Taman merupakan wilayah sub satuan wilayah pembangunan I (SSWP I). Wilayah ini digunakan sebagai pemukiman, industri, dan perdagangan skala lokal, regional, dan internasional.

Kegiatan industri di Kecamatan Taman merupakan industri besar dengan total 28 perusahaan dan industri kecil dengan total 40 perusahaan. Salah satu kawasan industri di wilayah ini yaitu Desa Kletek. Desa Kletek memiliki luas wilayah sebesar 116 Ha yang sebagian digunakan untuk penggunaan lahan industri (BPS, 2018). Pengalihan fungsi lahan pertanian sebagai lahan kegiatan industri berpotensi menurunkan kualitas perairan sebagai badan penerima buangan limbah cair dari aktivitas kegiatan industri berupa industri pengolahan makanan ringan, mie kering dan pengolahan kertas yang berada di sekitar sungai Botokan. Berdasarkan data Dinas Pengairan Kabupaten Sidoarjo Tahun 2014, Sungai Botokan merupakan anak sungai Mangetan Kanal dengan panjang sungai 8.699 m. Sungai ini mengalir dari Kecamatan Sukodono dan berakhir di Kecamatan Taman.

Pada penelitian Sundra (2011), menyebutkan bahwa buangan limbah cair industri kertas PT Bali Kertas Mitra Jembrana yang telah diolah sudah melampaui Baku Mutu Air Limbah Golongan II berdasarkan KepMen LH No.5 Tahun 1995. Parameter yang melebihi berupa BOD_5 (>150 mg/L), COD (>300 mg/L), fenol (>1 mg/L), sulfida ($<0,1$ mg/L), dan timbal (>1 mg/L). Hasil analisis menunjukkan nilai BOD_5 sebesar 179,68 mg/L, COD sebesar 458,85 mg/L, fenol sebesar 38,1 mg/L, sulfida sebesar 40 mg/L, dan timbal sebesar 1,295 mg/L.

Berdasarkan data tersebut, maka perlu dilakukan analisis terhadap kualitas air sungai Botokan. Analisis kualitas air sungai dilakukan sebagai dasar pengelolaan sungai untuk perbaikan kondisi lingkungan sungai dengan cara menentukan daya tampung beban pencemaran. Penentuan ini dapat menghasilkan batasan limbah yang diperbolehkan masuk ke sungai dan penurunan beban pencemaran sungai untuk setiap parameter.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian yang telah dibahas di atas, maka muncul beberapa rumusan masalah penelitian dalam bentuk pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi kualitas air di sungai Botokan Kabupaten Sidoarjo?

2. Berapakah daya tampung beban pencemaran di sungai Botokan Kabupaten Sidoarjo?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kondisi kualitas air di sungai Botokan Kabupaten Sidoarjo.
2. Menganalisis daya tampung beban pencemaran di sungai Botokan Kabupaten Sidoarjo.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi universitas, penelitian ini diharapkan dapat memberikan penambahan ilmu pengetahuan yang kaitannya dengan kualitas air sungai dan sebagai referensi di perpustakaan.
2. Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan, khususnya tentang ilmu kualitas air dan daya tampung beban pencemaran di sungai Botokan.
3. Bagi mahasiswa, penelitian ini diharapkan dapat menunjang dan menambah wawasan pengetahuan serta pengalaman yang berkaitan dengan pencemaran air.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Limbah pencemaran difokuskan pada limbah cair di kawasan industri Kletek.
2. Pengukuran faktor kualitas air meliputi parameter suhu, *Total Suspended Solid* (TSS), pH, *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Dissolved Oxygen* (DO).

3. Pengukuran kualitas air dibandingkan dengan baku mutu air Kelas II menurut PP RI No. 82 Tahun 2001 tentang Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Pencemaran Air

Menurut PP RI No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Menurut Effendi (2013), pencemaran air merupakan kondisi yang diakibatkan adanya masukan beban pencemar/limbah buangan yang berupa gas, bahan yang terlarut, dan partikulat. Pencemar yang masuk ke dalam badan perairan dapat dilakukan melalui atmosfer, tanah, limpasan/*run off* dari lahan pertanian, limbah domestik, perkotaan, industri, dan lain-lain.

2.2 Sumber Pencemaran Air

Sumber pencemaran air dibedakan menjadi 2 (dua) kategori, yaitu :

a. Sumber titik (*point source*)

Sumber langsung merupakan sumber pencemaran yang berasal dari titik tertentu yang ada di sepanjang badan air penerima dengan sumber lokasi yang jelas. Titik lokasi pencemaran terutama berasal dari pipa pembuangan limbah industri yang tidak mengolah limbahnya maupun pembuangan hasil pengolahan limbah di IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) yang masuk ke badan air penerima (Syahril, 2014).

b. Sumber menyebar (*non point source*)

Sumber tak langsung merupakan sumber yang berasal dari kegiatan pertanian, peternakan, industri kecil/menengah, dan domestik yang berupa penggunaan dari barang konsumsi (Saraswaty, 2013).

Tabel 2.1 Kegiatan dan Jenis Limbah yang Dihasilkan

No.	Jenis Kegiatan	Limbah yang Dihasilkan
1.	Industri pangan	BOD, TOD, TOC, COD, TSS, minyak dan lemak, Ph, logam berat, amoniak, klorida, nitrat, fosfor, sianida, dan fenol.
2.	Industri minuman	TSS, BOD, pH, minyak dan lemak, TDS, warna, jumlah coli, bahan beracun, kekeruhan, suhu, <i>settleable solid</i> , dan buih.
3.	Industri makanan	BOD, TOC, pH, COD, logam berat, nitrat, fenol, fosfor, dan minyak dan lemak.
4.	Industri percetakan	COD, BOD, TOC, TSS, TS, TDS, amoniak, sulfit, nitrat, fosfor, warna, jumlah coli, <i>coli faeces</i> , logam berat, bahan beracun, kekeruhan, suhu, minyak dan lemak, dan <i>chlorinated benezoid</i> .
5.	Perkayuan dan motor	COD, bahan beracun, dan logam berat.
6.	Industri pakaian jadi	TOD, TSS, BOD, COD, TDS, minyak dan lemak, bahan beracun, logam berat, kromium, warna, suhu, klorin, benezoid, dan sulfida.
7.	Industri plastik	COD, TS, BOD, <i>settleable solid</i> , seng, sianida, sulfat, amoniak, TDS, minyak dan lemak, nitrat, fosfor, fenol, urea anorganik, dan bahan beracun.
8.	Industri kulit	Sulfida, kromium, BOD, TS, pH, dan endapan kapur.
9.	Industri besi dan logam	pH, minyak dan lemak, COD, TSS, sianida, kromium, besi, seng, klorida, sulfat, <i>settleable solid</i> , amoniak, kekeruhan, logam berat, suhu, fenol dan bahan beracun.
10.	Aneka industri	TDS, Ph, BOD, TSS, minyak dan lemak, wana, jumlah coli, bahan beracun, kekeruhan, amoniak, dan suhu.
11.	Pertanian/tanaman pangan	Pestisida, logam berat, dan bahan beracun.
12.	Perhotelan	TOC, TOD, BOD, COD, TS, nitrogen, dan deterjen.
13.	Rekreasi	COD, BOD, kekeruhan, dan warna.
14.	Kesehatan	BOD, COD, TOM, jumlah coli, bahan beracun, dan logam berat.
15.	Perdagangan	<i>Settleable solid</i> , BOD, TDS, TS, TSS, Ph, minyak dan lemak, warna, jumlah coli, bahan beracun, kekeruhan, amoniak, fosfor dan urea.
16.	Pemukiman	TS, deterjen, nitrogen, fosfor, BOD, COD, TOD, TOC, kalsium, klorida, dan sulfat.
17.	Perhubungan darat	COD, logam berat, dan bahan beracun.
18.	Perikanan darat	TOM, BOD, COD, dan pH.
19.	Peternakan	COD, TOC, TSS, pH, klorida, nitrat, fosfor, BOD, warna, suhu, kekeruhan, dan bahan beracun.
20.	Perkebunan	COD, TDS, TSS, pH, minyak dan lemak, kromium, kalsium, amoniak, sodium, nitrat, fosfor, klorida, sulfat, urea anorganik, <i>coli faeces</i> , dan suhu.

Sumber: Sugiharto (1987) dalam LIPI (2004)

2.3 Kriteria Baku Mutu Air

Menurut PP RI No. 82 Tahun 2001 baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan atas unsur pencemar yang ditenggang keberadaanya di dalam air. Adapun pengelompokan air menurut peruntukannya adalah sebagai berikut:

- a. Kelas I, adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b. Kelas II, adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk sarana/prasarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertamanan, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- c. Kelas III, adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertamanan, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- d. Kelas IV, adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertamanan dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.4 Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air limbah dibagi menjadi tiga, yaitu parameter fisika, parameter kimia (organik dan anorganik), dan parameter mikrobiologi (mikroorganisme). Berikut ini penjelasan masing masing parameter kualitas air limbah (Asmadi & Suharno, 2012), yaitu:

A. Parameter Fisika

Parameter fisika adalah sebagai berikut:

a. Suhu

Suhu merupakan parameter yang menentukan besarnya kehadiran spesies biologi dan tingkat aktivitasnya dalam perairan. Kenaikan suhu pada perairan dapat menimbulkan turunnya jumlah oksigen terlarut/*dissolved*

oxygen (DO), meningkatnya reaksi kimia dalam air, dan mengganggu aktivitas kehidupan biota air (Djoharam, dkk., 2018). Menurut PP RI No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, suhu dalam air limbah yaitu masuk pada deviasi $3 (\pm 3^{\circ}\text{C})$.

b. Residu Terlarut / *Total Dissolved Solid* (TDS)

Padatan total terlarut merupakan padatan yang tersisa dari suatu penguapan sampel limbah cair yang dikeringkan pada suhu $103\text{-}105^{\circ}\text{C}$. Bahan padat total terlarut meliputi bahan padat tak terlarut/bahan padat terapung, serta senyawa yang terlarut dalam air (zat padat yang lolos kertas saring) dan bahan yang tersuspensi (zat yang tidak lolos kertas saring). Menurut PP RI No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, TDS dalam air limbah disyaratkan tidak lebih dari 1000 mg/L.

c. Residu Tersuspensi / *Total Suspended Solid* (TSS)

Padatan total tersuspensi merupakan salah satu polutan yang memberikan efek pada kualitas air dan menyebabkan permasalahan pada estetika badan air, pertumbuhan hewan akuatik, dan menyebabkan anggaran pada pengolahan air menjadi lebih tinggi. Menurut PP RI No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, TSS dalam air limbah disyaratkan tidak lebih dari 50 mg/L.

B. Parameter Kimia

Secara umum, parameter kimia dibedakan menjadi zat organik dan zat anorganik yaitu sebagai berikut.

1. Zat organik

a. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak merupakan suatu kandungan penting dalam makanan yang biasanya terdapat di dalam air limbah. Minyak yang terdapat dalam air limbah, dapat merugikan karena dapat menghambat aktivitas biologi mikroba/mikroorganisme dalam pengolahan air limbah. Lemak merupakan senyawa organik yang stabil dalam air dan tidak mudah diuraikan oleh mikroba. Menurut PP RI No. 82 Tahun

2001 dengan kriteria mutu air kelas II, minyak dan lemak dalam air limbah disyaratkan tidak lebih dari 1000 mg/L.

b. Detergen

Detergen adalah golongan dari molekul organik yang dipergunakan sebagai pengganti sabun untuk pembersih. Dalam air zat ini menimbulkan buih. Sedangkan, surfaktan merupakan senyawa yang dapat menimbulkan buih yang stabil dan biasanya terdapat dalam suatu detergen sintetik. Menurut PP RI No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, detergen dalam air limbah disyaratkan tidak lebih dari 200 mg/L.

c. Pestisida

Pestisida termasuk diantaranya insektisida dan herbisida telah banyak digunakan baik pada perkotaan maupun pertanian. Banyak dari pestisida yang bersifat toksik dan akan terakumulasi sehingga menyebabkan permasalahan tingkat rantai makanan yang tertinggi.

2. Zat anorganik

a. pH

Kadar pH yang baik adalah kadar pH dimana masih memungkinkan kehidupan biologis di dalam air berjalan baik. pH yang baik untuk air limbah adalah netral (pH 7). Menurut PP RI No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, pH dalam air limbah disyaratkan antara 6-9.

b. *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

BOD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba/mikroorganisme dalam perairan yang berada pada kondisi aerob untuk menstabilkan bahan/materi organik. Parameter yang umum digunakan untuk pengukuran kandungan bahan/materi organik dalam limbah cair adalah BOD₅ yaitu pengukuran oksigen terlarut yang digunakan mikroorganisme untuk oksidasi biokimia zat organik dalam waktu 5 hari (Asmadi & Suharno, 2012). Menurut PP RI No. 82 Tahun 2001

dengan kriteria mutu air kelas II, BOD dalam air limbah disyaratkan tidak lebih dari 3 mg/L.

c. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

COD adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan/materi organik dengan proses oksidasi secara kimiawi. Nilai COD dalam perairan biasanya lebih tinggi daripada nilai BOD. Hal ini disebabkan karena lebih banyak bahan/materi organik yang dapat dioksidasi secara kimiawi dibandingkan oksidasi secara biologis (Asmadi & Suharno, 2012). Menurut PP RI No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, COD dalam air limbah disyaratkan tidak lebih dari 25 mg/L.

d. *DO (Dissolved Oxygen)*

DO berasal dari proses fotosintesis tanaman air, dimana jumlahnya tergantung dari jumlah tanaman dan dari atmosfer yang masuk ke dalam air. Konsentrasi oksigen terlarut yang terlalu rendah akan mengakibatkan ikan atau hewan air lainnya mati, sebaliknya konsentrasi oksigen terlarut yang terlalu tinggi akan menyebabkan proses pengkaratan semakin cepat. Menurut PP RI No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, DO dalam air limbah disyaratkan minimal sebesar 4 mg/L.

e. Logam

Logam seperti Mg, Mn, Ni, dan Fe yang memiliki konsentrasi rendah dalam perairan dibutuhkan oleh mikroorganisme, sebaliknya apabila konsentrasinya tinggi maka dapat membahayakan kehidupan mikroorganisme dalam perairan.

a) Arsen

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, arsen dalam air limbah tidak boleh lebih dari 1 mg/L.

b) Kobalt

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, kobalt dalam air limbah tidak boleh lebih dari 0,2 mg/L.

c) Barium

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, barium dalam air limbah tidak dipersyaratkan.

d) Boron

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, boron dalam air limbah tidak boleh lebih dari 1 mg/L.

e) Kadmium

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, kadmium dalam air limbah tidak boleh lebih dari 0,01 mg/L.

f) Khrom (VI)

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, khrom (VI) dalam air limbah tidak boleh lebih dari 0,05 mg/L.

g) Tembaga

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, tembaga dalam air limbah tidak boleh lebih dari 0,02 mg/L.

h) Besi

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, besi dalam air limbah tidak dipersyaratkan.

i) Timbal

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, timbal dalam air limbah tidak boleh lebih dari 0,03 mg/L.

j) Mangan

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, mangan dalam air limbah tidak dipersyaratkan.

k) Air raksa

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, air raksa dalam air limbah tidak boleh lebih dari 0,002 mg/L.

l) Seng

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, seng dalam air limbah tidak boleh lebih dari 0,05 mg/L.

f. Non Logam

a) Fosfat

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, fosfat dalam air limbah tidak boleh lebih dari 0,2 mg/L.

b) Nitrat

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, nitrat dalam air limbah tidak boleh lebih dari 10 mg/L.

c) Amonia

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, amonia dalam air limbah tidak dipersyaratkan.

d) Selenium

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, selenium dalam air limbah tidak boleh lebih dari 0,05 mg/L.

e) Khlorida

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, khlorida dalam air limbah tidak dipersyaratkan.

f) Sianida

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, sianida dalam air limbah tidak boleh lebih dari 0,02 mg/L.

g) Fluorida

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, fluorida dalam air limbah tidak boleh lebih dari 1,5 mg/L.

h) Nitrit

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, nitrit dalam air limbah tidak boleh lebih dari 0,06 mg/L.

i) Sulfat

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, sulfat dalam air limbah tidak dipersyaratkan.

j) Khlurin bebas

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, khlurin bebas dalam air limbah tidak boleh lebih dari 0,03 mg/L.

k) Belerang

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, belerang dalam air limbah tidak boleh lebih dari 0,002 mg/L.

C. Parameter Mikrobiologi

Air limbah juga mengandung parameter pencemar biologi seperti bakteri coliform yang berasal dari tinja manusia. Berikut penjelasan tentang parameter biologi dan pengaruhnya, (Hindarko, 2003) yaitu:

a. Fecal coliform

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, fecal coliform dalam air limbah tidak boleh lebih dari 100 jumlah/1000 ml.

b. Total Coliform

Keberadaan bakteri coli dalam air buangan dapat membahayakan jika masuk ke dalam sumber air minum karena dapat menyebabkan diare. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 dengan kriteria mutu air kelas II, total coliform dalam air limbah tidak boleh lebih dari 5000 jumlah/100 ml.

2.5 Definisi Air Permukaan

Menurut UU No.7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, air permukaan adalah semua air yang terdapat pada permukaan tanah. Pada umumnya, air permukaan dibagi menjadi empat, yaitu:

a. Sungai

Sungai dicirikan oleh arus yang searah dan relatif kencang, dengan kecepatan berkisar antara 0,1 – 1,0 m/detik, serta sangat dipengaruhi oleh waktu, iklim, dan pola drainase. Kecepatan arus, erosi, dan sedimentasi merupakan fenomena yang biasa terjadi di sungai. Kecepatan arus dan pergerakan air sangat dipengaruhi oleh jenis batuan dasar dan curah hujan (Effendi, 2003).

b. Danau

Danau adalah suatu ekosistem yang terdapat di daerah relatif kecil pada permukaan bumi dibandingkan dengan habitat laut dan daratan. Danau memiliki kedalaman yang sangat dalam, berair jernih, penyuburan relatif lambat, produktivitas primer rendah dan pada tahap awal perkembangan keanekaragaman organismenya juga rendah (Sultan, 2012).

c. Waduk

Menurut PerMenLH No.28 Tahun 2008 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan/atau Waduk, waduk adalah wadah air yang terbentuk sebagai akibat dibangunnya bendungan dan berbentuk pelebaran alur atau badan atau palung sungai.

d. Rawa

Rawa adalah suatu ekosistem yang relatif dangkal dan merupakan daerah litoral. Rawa terbentuk karena adanya proses pendangkalan dari danau/waduk (Satino, 2010).

2.6 Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan

Metode pengambilan contoh air permukaan menggunakan pedoman sesuai dengan SNI 6989.57:2008.

2.6.1 Peralatan

A. Alat Pengambilan Contoh

a) Persyaratan alat pengambilan contoh

Alat pengambilan contoh harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

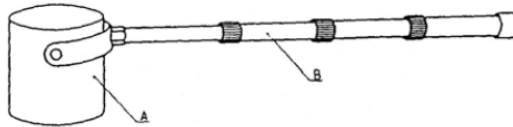
1. Terbuat dari bahan yang tidak mempengaruhi sifat contoh.
2. Mudah dicuci dari bekas contoh sebelumnya.
3. Contoh mudah dipindahkan ke dalam wadah panampung tanpa ada sisa bahan tersuspensi di dalamnya.
4. Mudah dan aman dibawa.
5. Kapasitas alat tergantung dari tujuan pengujian.

b) Jenis alat pengambilan contoh

Jenis alat pengambilan contoh adalah sebagai berikut:

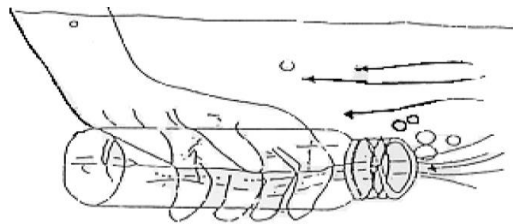
1. Alat pengambilan contoh sederhana

Alat ini dapat berupa ember plastik yang dilengkapi dengan tali, gayung plastik yang bertangkai panjang. Alat sederhana ini digunakan dan dipakai untuk pengambilan air permukaan atau air sungai kecil yang relatif dangkal.



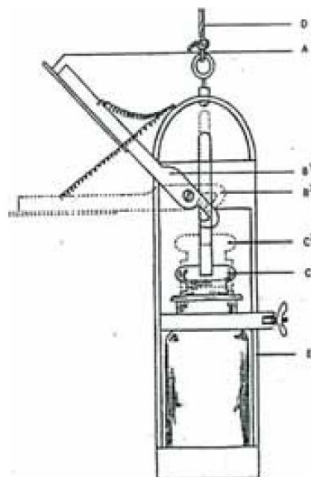
Gambar 2.1 Contoh alat pengambilan contoh sederhana gayung bertangkai panjang

(Sumber: SNI 6989.57:2008)



Gambar 2.2 Contoh alat pengambilan air botol biasa secara langsung

(Sumber: SNI 6989.57:2008)



Keterangan gambar :

A = pengait

B¹= tuas posisi tertutup

B²= tuas posisi terbuka

C¹= tutup gelas botol contoh posisi tertutup

C²= tutup gelas botol contoh posisi terbuka

D = tali penggantung

E = rangka metal botol contoh

Gambar 2.3 Contoh alat pengambilan air botol biasa dengan pemberat

(Sumber: SNI 6989.57:2008)

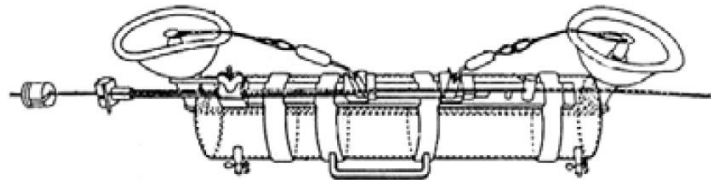
2. Alat pengambilan contoh pada kedalaman tertentu

Alat ini digunakan untuk pengambilan pada kedalaman tertentu atau *point sampler* yang digunakan untuk mengambil contoh air pada kedalaman yang telah ditentukan pada sungai yang relatif dalam, seperti danau atau waduk. Ada dua tipe *point sampler* yaitu tipe vertikal dan horisontal.



Gambar 2.4 Contoh alat pengambilan contoh air point sampler tipe vertikal

(Sumber: SNI 6989.57:2008)

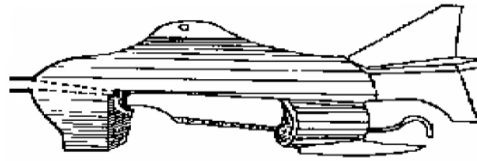


Gambar 2.5 Contoh alat pengambilan contoh air point sampler tipe horisontal

(Sumber: SNI 6989.57:2008)

3. Alat pengambilan contoh gabungan kedalaman

Alat ini digunakan untuk mengambil contoh air pada sungai yang dalam, dimana contoh yang diperoleh merupakan gabungan contoh air mulai dari permukaan sampai ke dasarnya.

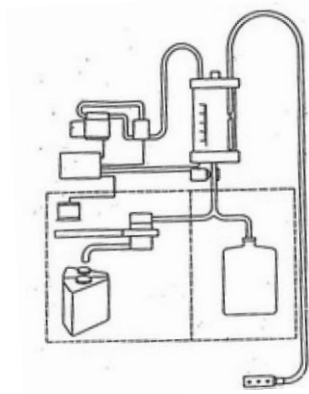


Gambar 2.6 Contoh alat pengambilan contoh air gabungan kedalaman

(Sumber: SNI 6989.57:2008)

4. Alat pengambilan contoh otomatis

Alat ini digunakan untuk mengambil contoh air dalam rentang waktu tertentu secara otomatis. Contoh yang diperoleh ini merupakan contoh gabungan selama periode tertentu.



Gambar 2.7 Contoh alat pengambilan contoh otomatis

(Sumber: SNI 6989.57:2008)

B. Alat Pengukuran Parameter Lapangan

Peralatan pengukuran lapangan adalah sebagai berikut:

- a) DO meter atau peralatan untuk metode *Winkler*.
- b) pH meter.
- c) Termometer.
- d) Turbidimeter.
- e) Konduktimeter.
- f) Satu set alat pengukur debit.

C. Alat Pendingin

Alat ini digunakan untuk menyimpan contoh pada suhu $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ yang akan digunakan untuk pengujian sifat fisika dan kimia.

D. Alat Ekstraksi

Alat ini berupa corong pemisah yang terbuat dari bahan gelas atau *teflon* yang tembus pandang dan mudah memisahkan fase pelarut dari contoh.

E. Alat Penyaring

Alat ini dilengkapi dengan pompa isap atau pompa tekan serta dapat menahan saringan yang mempunyai ukuran pori $0,45\ \mu\text{m}$.

2.6.2 Wadah Contoh

Wadah yang digunakan untuk menyimpan contoh harus memenuhi syarat sebagai berikut:

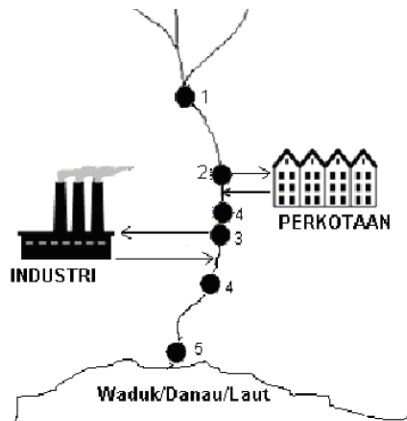
- a) Terbuat dari bahan gelas atau plastik Poli Etilen (PE) atau Poli Propilen (PP) atau teflon (Poli Tetra Fluoro Etilen, PTFE).
- b) Dapat ditutup dengan kuat dan rapat.
- c) Bersih dan bebas kontaminan.
- d) Tidak mudah pecah.
- e) Tidak terindikasi dengan contoh.

2.6.3 Lokasi dan Titik Pengambilan Contoh

A. Lokasi Pengambilan Contoh

Lokasi pengambilan contoh adalah sebagai berikut:

- a) Sumber air alamiah, yaitu pada lokasi yang belum atau sedikit terjadi pencemaran.
- b) Sumber air tercemar, yaitu pada lokasi yang telah menerima limbah.
- c) Sumber air yang dimanfaatkan, yaitu lokasi tempat penyadapan sumber air tersebut.
- d) Lokasi masuknya air ke waduk atau danau.



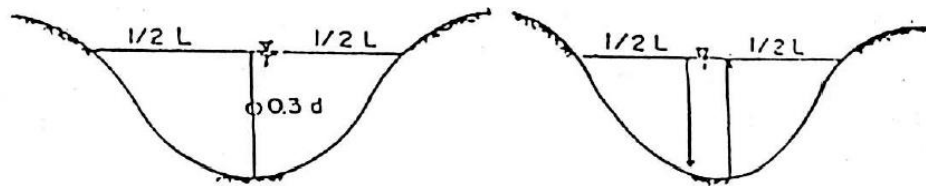
Gambar 2.8 Contoh Lokasi Pengambilan Air

(Sumber: SNI 6989.57:2008)

B. Titik Pengambilan Contoh

Titik pengambilan contoh air sungai ditentukan berdasarkan debit sungai yang diatur dengan ketentuan sebagai berikut:

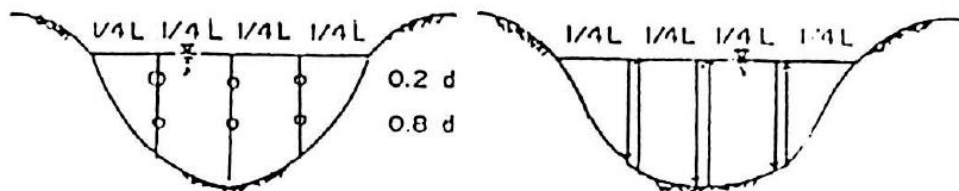
- Sungai dengan debit kurang dari 5 m³/detik, contoh diambil pada satu titik ditengah sungai pada kedalaman 0,5 kali kedalaman dari permukaan atau diambil dengan alat *integrated sampler* sehingga diperoleh contoh air dari permukaan sampai ke dasar secara merata.
- Sungai dengan debit antara 5 m³/detik - 150 m³/detik, contoh diambil pada dua titik masing-masing pada jarak 1/3 dan 2/3 lebar sungai pada kedalaman 0,5 kali kedalaman dari permukaan atau diambil dengan alat *integrated sampler* sehingga diperoleh contoh air dari permukaan sampai ke dasar secara merata.
- Sungai dengan debit lebih dari 150 m³/detik, contoh diambil minimum pada enam titik masing-masing pada jarak 1/4, 1/2 dan 3/4 lebar sungai pada kedalaman 0,2 dan 0,8 kali kedalaman dari permukaan atau diambil dengan alat *integrated sampler* sehingga diperoleh contoh air dari permukaan sampai ke dasar secara merata.



Debit 5 m³/detik



Debit 5 m³/detik - 150 m³/detik



Debit 150 m³/detik

Gambar 2.9 Titik Pengambilan Contoh Sungai

(Sumber: SNI 6989.57:2008)

2.6.4 Pengawetan dan Penyimpanan Contoh

Pengawetan dan penyimpanan contoh dilakukan apabila pemeriksaan tidak dapat langsung dilakukan setelah pengambilan contoh.

Tabel 2.2 Cara Pengawetan dan Penyimpanan Contoh Air Limbah

No.	Parameter	Wadah Penyimpanan	Minimum jumlah contoh yang diperlukan (mL)	Pengawetan	Lama penyimpanan maksimum yang dianjurkan	Lama penyimpanan maksimum menurut EPA
1	Asiditas	P, G(B)	100	Pendinginan	24 jam	14 hari
2	Alkalinitas	P, G	200	Pendinginan	24 jam	14 hari
3	BOD	P, G	1000	Pendinginan	6 jam	2 hari
4	Boron	P	100	Tambahkan HNO ₃ sampai pH<2, didinginkan	28 hari	6 bulan
5	Total Organik	G	100	Pendinginan	7 hari	28 hari

	Karbon			dan ditambahkan HCl sampai pH<2		
6	Karbon dioksida	P, G	100	Langsung dianalisa	-	-
7	COD	P, G	100	Analisa secepatnya atau tambahkan H ₂ SO ₄ sampai pH<2, didinginkan	7 hari	28 hari
8	Minyak dan Lemak	G, Bermulut lebar dan dikalibrasi	1000	Tambahkan H ₂ SO ₄ sampai pH<2, didinginkan	28 hari	28 hari
9	Bromida	P, G	-	Tanpa diawetkan	28 hari	28 hari
10	Sisa Klor	P, G	500	Segera dianalisa	0,5 jam	0,5 jam
11	Klorofil	P, G	500	Ditempat gelap	30 hari	30 hari
12	Total Sianida	P, G	500	Ditambahkan NaOH sampai pH<12, dinginkan ditempat gelap	24 jam	14 hari (24 jam jika terdapat sulfida di dalam contoh)
13	Fluorida	P	300	Tanpa diawetkan	28 hari	28 hari
14	Iodin	P, G	500	Segera dianalisa	0,5 jam	0,5 jam
15	Logam (secara umum)	P(A), G(A)	-	Untuk logam- logam terlarut contoh air segera disaring, tambahkan HNO ₃ sampai pH<2 Dinginkan	6 bulan	6 bulan
	Kromium VI	P(A), G(A)	300 500	Tambahkan HNO ₃ sampai pH<2, dinginkan	24 jam	1 hari
	Air Raksa	P(A), G(A)			28 hari	28 hari
16	Amonia- Nitrogen	P, G	500	Analisa secepatnya atau tambahkan H ₂ SO ₄ sampai	7 hari	28 hari

				pH<2, didinginkan		
17	Nitrat-Nitrogen	P, G	100	Analisa secepatnya atau didinginkan	48 jam	2 hari (28 hari jika contoh air diklorinasi)
18	Nitrat+Nitrit	P, G	200	Tambahkan H ₂ SO ₄ sampai pH<2, didinginkan	-	28 hari
19	Nitrogen Organik, Kjedal500	P, G	500	Dinginkan, Tambahkan H ₂ SO ₄ sampai pH<2	7 hari	28 hari
20	Nitrit-Nitrogen	P, G	100	Analisa secepatnya atau didinginkan	-	2 hari
21	Phenol	P, G	500	Dinginkan, Tambahkan H ₂ SO ₄ sampai pH<2	-	28 hari
22	Oksigen Terlarut Dengan Elektroda Metode Winkler	G botol BOD	300	Langsung dianalisa Titration dapat ditunda setelah contoh diasamkan	- 8 jam	0,25 jam 8 jam
23	Ozon	G	1000	Segera dianalisa	0,5 jam	0,5 jam
24	pH	P, G	-	Segera dianalisa	2 jam	2 jam
25	Fosfat	G(A)	100	Untuk fosfat terlarut segera disaring, dinginkan	48 jam	
26	Salinitas	P	-	Dinginkan, jangan dibekukan	-	6 bulan
27	Sulfat	P, G	-	Dinginkan	28 hari	28 hari
28	Sulfida	P, G	100	Dinginkan, tambahkan 4 tetes 2 N seng asetat/100 mL contoh, tambahkan NaOH sampai pH>9	28 hari	7 hari

29	Pestisida	G(S)	-	Dinginkan, tambahkan 1000 mg asam askorbat per liter contoh jika terdapat khlorin	7 hari	7 hari untuk ekstraksi, 40 hari setelah diekstraksi
30	VOC	G, Teflon line cap	40	Dinginkan pada suhu $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 0,008% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ disesuaikan	14 hari	
31	Senyawa aromatik dan akrolin dan akrilonitril	G	1000	Dinginkan pada suhu $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	3 hari	24 jam
Keterangan: Didinginkan pada suhu $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ P : plastik (polietilen atau sejenisnya) G(A) : gelas dicuci dengan 1 + 1 HNO_3 P(A) : plastik dicuci dengan 1 + 1 HNO_3 G(S) : gelas dicuci dengan pelarut organik						

(Sumber : SNI 6989.59:2008)

2.7 Daya Tampung Beban Pencemaran

Menurut UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, daya tampung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi, dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya. Berdasarkan daya dukung dan daya tampung, pemanfaatan sumber daya alam harus memperhatikan :

1. Keberlanjutan proses dan fungsi lingkungan hidup.
2. Keberlanjutan produktivitas lingkungan hidup.
3. Keselamatan, mutu hidup, dan kesejahteraan masyarakat.

Menurut PerMenLH No. 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air, daya tampung beban pencemaran (DTBP) / beban harian maksimum total (*total maximum daily loads*) adalah kemampuan air pada suatu sumber air untuk menerima masukan beban pencemaran tanpa mengakibatkan air tersebut menjadi cemar. Penetapan daya tampung merupakan pengendalian pencemaran air dengan menggunakan suatu

pendekatan kualitas air. Penetapan daya tampung beban pencemaran air harus memperhatikan:

1. Kondisi hidrologi dan morfologi sumber air termasuk status mutu dan /atau status trofik sumber air yang ditetapkan daya tampung beban pencemaran.
2. Baku mutu air untuk sungai dan muara.
3. Baku mutu air serta kriteria status trofik air untuk situ, danau, dan waduk.
4. Beban pencemaran pada masing-masing sumber pencemar air.

Menurut PerMenLH No. 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air, faktor-faktor yang dapat menentukan daya tampung beban pencemaran air adalah sebagai berikut:

1. Kondisi hidrologi dan morfologi sumber air termasuk kualitas air sumber air yang ditetapkan DTBP-nya.
2. Kondisi klimatologi sumber air seperti suhu udara, kecepatan angin, dan kelembaban udara.
3. Baku mutu air atau kelas air untuk sungai dan muara atau baku mutu air dan kriteria status trofik air bagi situ, danau dan waduk.
4. Beban pencemar sumber tentu/*point source*.
5. Beban pencemar sumber tak tentu/*non point source*.
6. Karakteristik dan perilaku zat pencemar yang dihasilkan sumber pencemar.
7. Pemanfaatan atau penggunaan sumber air.
8. Faktor pengaman (*margin of safety*) yang merupakan nilai ketidakpastian dari tidak memadatnya data dan informasi tentang hidrolika dan morfologi sumber air, selain kurangnya pengetahuan mengenal karakteristik dan perilaku zat pencemar.

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai analisis kualitas air dan daya tampung beban pencemaran di sungai Botokan, Kabupaten Sidoarjo didasarkan pada penelitian terdahulu, yaitu sebagai berikut:

1. Yuniarti, Biyatmoko, Hafizianor, & Fauzi (2019), dengan judul “*Load Capacity of Water Pollution of Jaing River in Tabalong*”.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya tampung beban pencemaran pada tiga lokasi pengambilan sampel, yaitu daerah hulu, daerah tengah, dan daerah hilir menghasilkan nilai rata-rata untuk konsentrasi BOD, COD, dan TSS yaitu -246,07 kg/hari, -1154,90 kg/hari, dan 2621,86 kg/hari. Parameter TSS masih dapat menampung beban pencemaran yang masuk ke perairan dengan beban pencemaran maksimum yaitu 4320 kg/hari. Sedangkan, parameter BOD dan COD sudah tidak dapat menampung beban pencemar yang masuk ke badan perairan dengan konsentrasi beban pencemaran pada masing-masing parameter yaitu 172,8 kg/hari dan 864 kg/hari, sehingga perlu adanya pengurangan beban pencemar yang dibuang ke perairan.

2. Ipeaiyeda & Obaje (2017), dengan judul *“Impact of Cement Effluent on Water Quality of Rivers: A Case Study of Onyi River at Obajana, Nigeria”*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air di sungai Onyi termasuk dalam kelas air tercemar sedang. Analisa yang dihasilkan berupa parameter TS dengan rata-rata 20-1590 mg/L yang telah melebihi batas standar NESREA 0,75 mg/L, parameter fosfat yaitu 29 mg/L dan nitrat yaitu 141 mg/L yang telah melebihi batas standar NESREA yaitu 3,5 mg/L dan 40 mg/L, serta parameter BOD yaitu 3,1-12,2 mg/L dan COD 63-43 mg/L.

3. Hisseien, Kamga, & Mahamat (2015), dengan judul *“Physico-chemical Analysis of Logone River Water at Moundou City in Southern Chad”*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis kualitas air yang diukur pada dua titik lokasi pengambilan, yaitu daerah hulu dan daerah hilir menghasilkan konsentrasi dimana semakin ke daerah hilir semakin besar konsentrasinya. Pada daerah hulu konsentrasi pH yaitu 6,27, suhu 24,5 °C, DO yaitu 6,55 mg/L, BOD yaitu 34 mg/L, dan COD yaitu 76,34 mg/L. Pada daerah hulu BOD telah melebihi batas baku mutu WHO yaitu 30 mg/L. Sedangkan, pada daerah hilir konsentrasi pH yaitu 7,18, suhu yaitu 26,7 °C, DO yaitu 7,16 mg/L, BOD yaitu 198 mg/L, dan COD yaitu 897

mg/L. Pada daerah hilir parameter BOD dan COD telah melebihi batas baku mutu WHO yaitu 30 mg/L dan 90 mg/L.

4. Mahalakshmi, Kumar, & Ramasamy (2018), dengan judul “*Assessment of Surface Water Quality of Noyyal River Using Wasp Model*”.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air di sungai Noyyal tercemar dengan melebihi nilai batas yang diizinkan, parameter DO yaitu > 4 mg/L, TDS lebih dari 2000 mg/L yaitu 2245 mg/L. Sedangkan, untuk parameter pH yang terukur masuk dalam batas yang diizinkan yaitu 7,5-8,5.

5. Aktar & Moonajilin (2017), dengan judul “*Assessment of Water Quality Status of Turag River Due to Industrial Effluent*”.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya tampung beban pencemaran pada tiga lokasi pengambilan sampel, yaitu daerah hulu, daerah tengah, dan daerah hilir menghasilkan nilai konsentrasi sebagai berikut. Pada daerah hulu konsentrasi pH yaitu 7,16, suhu 24,5 °C, TSS yaitu 265 mg/L, DO yaitu 4,20 mg/L, dan BOD yaitu 13 mg/L. Pada daerah ini parameter TSS dan DO telah melebihi batas baku mutu BSI (*Bangladesh Standard for Industrial Effluent*) masing-masing yaitu 150 mg/L dan 5 mg/L. Pada daerah tengah konsentrasi pH yaitu 7,45 suhu 24,5 °C, TSS yaitu 257 mg/L, DO yaitu 1,85 mg/L, dan BOD yaitu 73 mg/L. Pada daerah ini parameter TSS, DO dan BOD telah melebihi batas baku mutu yaitu untuk parameter BOD sebesar 50 mg/L. Sedangkan, pada daerah hilir konsentrasi pH yaitu 7,10, suhu 24,5 °C, TSS yaitu 264 mg/L, DO yaitu 2,32 mg/L, dan BOD yaitu 46 mg/L. Pada daerah ini parameter TSS dan DO telah melebihi batas baku mutu.

6. Djoharam, Riani, & Yani (2018), dengan judul “*Analisis Kualitas Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Pesanggrahan di Wilayah Provinsi DKI Jakarta*”.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air sungai Pesanggrahan telah mengalami penurunan dari daerah hulu ke hilir dengan status tercemar ringan sampai sedang. Sedangkan, kemampuan daya tampung

beban pencemar untuk parameter BOD dan TSS telah melebihi batas, sehingga harus dilakukan upaya pengurangan beban pencemar sebesar 47,298 kg/hari dan 448,088 kg/hari untuk masing-masing parameter.

7. Dewa, Susanawati, & Widiatmono (2015), dengan judul “Daya Tampung Sungai Gede Akibat Pencemaran Limbah Cair Industri Tepung Singkong di Kecamatan Ngaduluwih Kabupaten Kediri)”.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya tampung beban pencemaran di sungai Gede menghasilkan konsentrasi TSS yaitu 209,5 mg/L, BOD yaitu 20,25 mg/L, dan COD yaitu 185,2 mg/L. Hasil tersebut telah melebihi batas baku mutu kelas II PP No.82 Tahun 2001 dengan nilai masing-masing parameter yaitu 50 mg/L, 3 mg/L, dan 25 mg/L, sehingga sudah tidak dapat menampung beban pencemar yang masuk ke perairan.

8. Pohan, Budiyono, & Syafrudin (2016), dengan judul “Analisis Kualitas Air Sungai Guna Menentukan Peruntukan Ditinjau Dari Aspek Lingkungan”.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya tampung beban pencemaran pada parameter TSS di titik 6 untuk Kelas I dan II PP No.82 Tahun 2001 yaitu -1198 kg/hari, hasil tersebut telah melebihi beban pencemaran maksimum. Pada parameter BOD di titik 1-6 untuk kelas I dan II telah melebihi beban pencemaran maksimum, di titik 1 dan 3-6 untuk kelas III juga telah melebihi beban pencemaran maksimum, dan di titik 4-6 untuk kelas IV juga telah melebihi beban pencemaran maksimum. Sedangkan untuk parameter COD di titik 1-6 untuk kelas I dan 3-6 untuk kelas II telah melebihi beban pencemaran maksimum, dan di titik 6 untuk kelas III juga telah melebihi beban pencemaran maksimum.

9. Marganingrum, Djuwansah, & Mulyono (2018), dengan judul “Penilaian Daya Tampung Sungai Jangkok dan Sungai Ancar Terhadap Polutan Organik”.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sungai Jangkok memiliki kemampuan daya pulih secara alamiah dengan nilai DO defisit maksimum sebesar 1889 kg/hari. Sedangkan sungai Ancar memiliki kemampuan daya

pulih lebih rendah meskipun nilai DO lebih rendah dari sungai Jangkok yaitu sebesar 1044 kg/hari. Hal ini, disebabkan karena adanya faktor turbulensi pada sungai Ancar.

10. Irsanda, Karnaningroem, & Bambang (2014), dengan judul “Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Pelayaran Kabupaten Sidoarjo dengan Metode Qual2kw”.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai daya tampung beban pencemaran di kali Pelayaran untuk tiap parameter yaitu untuk parameter TSS maksimum sebesar 38.879,57 kg/hari, BOD maksimum sebesar 1.555,63 kg/hari, ammonium maksimum sebesar 388,64 kg/hari, nitrat maksimum sebesar 1.460,16 kg/hari, fosfat maksimum sebesar 235,87 kg/hari, dan COD maksimum sebesar 7.778,16 kg/hari.

BAB III

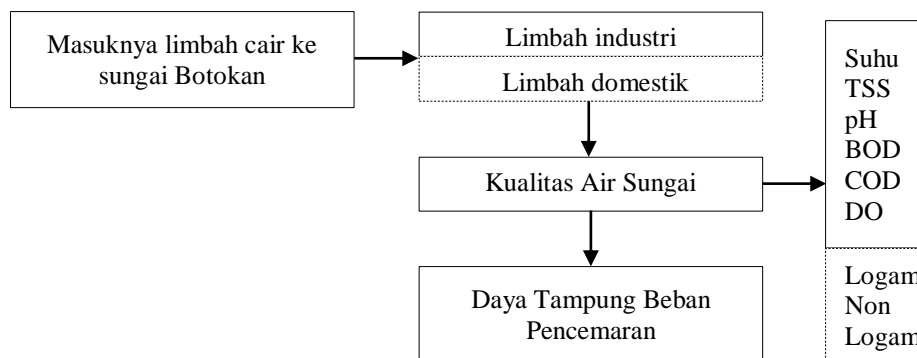
METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen laboratorium. Metode eksperimen adalah penelitian yang digunakan untuk mencari suatu pengaruh dari perlakuan yang telah ditentukan oleh peneliti terhadap yang lainnya dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2013). Metode ini dilakukan dengan penelitian lapangan yang dilanjutkan analisis di laboratorium untuk menganalisis kualitas air dan daya tampung beban pencemaran.

3.2 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Keterangan :
———— = Diteliti
----- = Tidak diteliti

Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

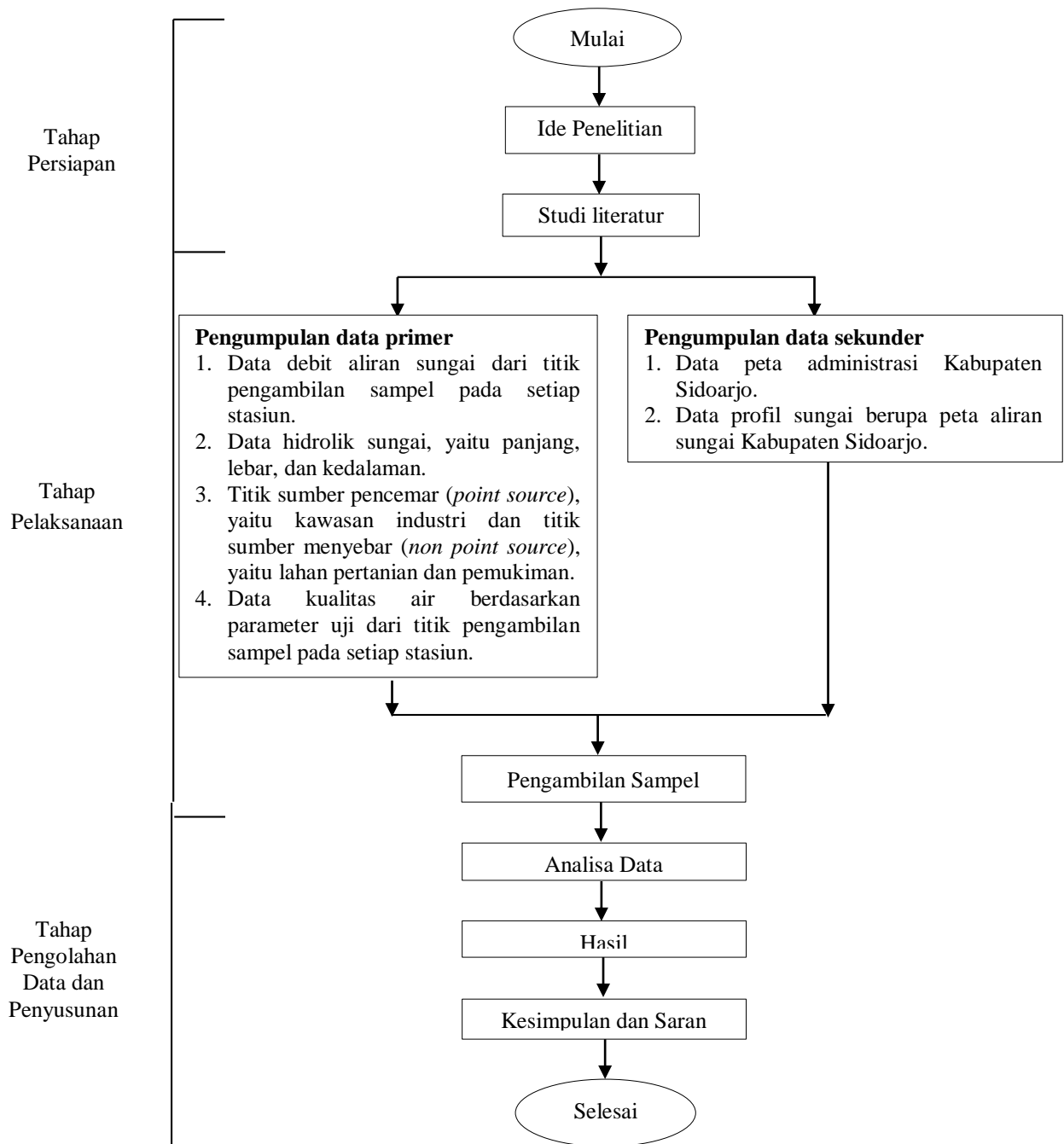
3.3 Tahap Penelitian

Tahap penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.3.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan dalam penelitian ini adalah melakukan studi literatur pada obyek penelitian yang digunakan untuk tugas akhir. Kemudian melakukan

proses pengumpulan data sampai mendapatkan persetujuan untuk pelaksanaan penelitian pada obyek yang akan diteliti. Berikut ini merupakan diagram alir penelitian :



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

3.3.2 Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di sungai Botokan yang berada di wilayah Kabupaten Sidoarjo.

B. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) Pengumpulan data primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan observasi lapangan pada sungai. Data primer yang diukur yaitu:

1. Data debit aliran sungai dari titik pengambilan sampel pada tiap stasiun.
2. Data hidrolik sungai, yaitu panjang, lebar, dan kedalaman.
3. Titik sumber pencemar (*point source*), yaitu kawasan industri dan titik sumber menyebar (*non point source*), yaitu lahan pertanian dan pemukiman penduduk.
4. Data kualitas air berdasarkan parameter uji dari titik pengambilan sampel pada setiap stasiun.

b) Pengumpulan data sekunder

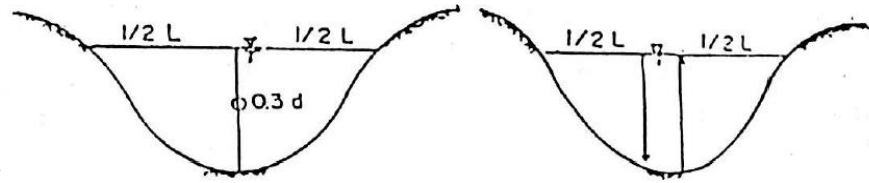
Pengumpulan data sekunder pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data peta administrasi Kabupaten Sidoarjo.
2. Data profil sungai berupa peta aliran sungai Kabupaten Sidoarjo.

C. Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel air permukaan mengacu pada SNI 6989.59:2008. Pengambilan sampel dilakukan dengan sistem *grab sample* (sampel sesaat). Sistem *grab sample* merupakan pengambilan sampel air yang dilakukan dengan satu kali pengambilan dari satu lokasi. Sistem ini digunakan berdasarkan debit air sungai Botokan yang memiliki debit $< 5 \text{ m}^3/\text{detik}$, sehingga sampel diambil pada satu titik ditengah sungai dengan

kedalaman $\frac{1}{2}$ kali kedalaman dari permukaan air sungai pada setiap lokasi pengambilan.



Gambar 3.3 Titik Pengambilan Sampel

(Sumber: SNI 6989.57:2008)

Pengambilan sampel ditentukan menggunakan metode *purposive sampling*. Metode ini digunakan dengan pertimbangan adanya kegiatan dari sumber yang menyebabkan pencemaran. Pengambilan sampel dibagi menjadi 3 lokasi, yaitu stasiun 1 terdapat di daerah hulu sungai yang merupakan daerah sebelum adanya masukan limbah industri, stasiun 2 terdapat di daerah tengah sungai yang merupakan daerah adanya masukan limbah industri, dan stasiun 3 terdapat di daerah hilir sungai yang merupakan daerah setelah adanya masukan limbah industri. Lokasi pengambilan sampel memiliki jarak 2,5 km dari hulu ke tengah dan 2,5 km dari tengah ke hilir. Lokasi pengambilan sampel disajikan pada gambar 3.4.

Pada setiap lokasi pengambilan sampel dilakukan penentuan titik koordinat menggunakan GPS. Titik lokasi pengambilan sampel adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Titik Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi	Titik Koordinat	Keterangan
S1 – Desa Sambibulu	07°22'49,7''LS - 112°39'32,8''BT	Lahan pertanian (sebelum adanya masukan limbah industri)
S2 – Desa Kletek	07°21'36,0''LS - 112°41'68,5''BT	Kawasan industri (adanya masukan limbah industri)
S3 – Kelurahan Taman	07°21'35,0''LS - 112°42'70,2''BT	Pemukiman (setelah adanya masukan limbah industri)

(Sumber: Hasil Analisa, 2019)



PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINTEK
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

LOKASI PENGAMBILAN SAMPEL

KETERANGAN :

- : Sungai Botokan
- : Stasiun 1
- : Stasiun 2
- : Stasiun 3

Nama	NIM
Nurjannah Dwi P.	H75214013
Skala	Nomor Gambar
Tanpa Skala	3.4
Dospem I	Dospem II
Deedy Supriyogi, M.H.	Ida Munfanda, M.Si, M.T.

Gambar 3.4 Lokasi Pengambilan Sampel

Pada pengambilan sampel di daerah tengah dilakukan dengan mengambil sampel dengan perkiraan jarak pencampuran sempurna air sungai dari lokasi pembuangan limbah industri.

Tabel 3.2 Perkiraan Jarak Pencampuran Sempurna Air Sungai

Lebar (m)	Kedalaman (m)	Jarak (km)
5	1	0,08-0,70
	2	0,05-0,30
	3	0,03-0,20
10	1	0,30-2,70
	2	0,20-1,40
	3	0,10-0,90
	4	0,08-0,70
	5	0,07-0,50
20	1	1,30-11,0
	3	0,40-4,00
	5	0,30-2,00
	7	0,20-1,50
50	1	8,00-70,0
	3	3,00-20,0
	5	2,00-14,0
	10	0,80-7,00
	20	0,40-3,00

(Sumber: WMO, 1988 dalam Hadi, 2015)

Pengambilan sampel dilakukan dengan peralatan sebagai berikut:

Tabel 3.3 Alat Pengambilan Sampel

No.	Nama Alat	Fungsi Alat
1.	<i>Water Sampler Horizontal</i>	Untuk mengambil dan mengumpulkan contoh uji air sungai.
2.	Botol dari gelas/kaca ukuran 350 mL	Untuk menyimpan contoh air sungai.
3.	Jerigen 5 L	Untuk mengambil dan menyimpan contoh air sungai.
4.	<i>Cool Box</i>	Untuk penyimpanan sementara botol yang berisi contoh air sungai.

D. Analisis Data

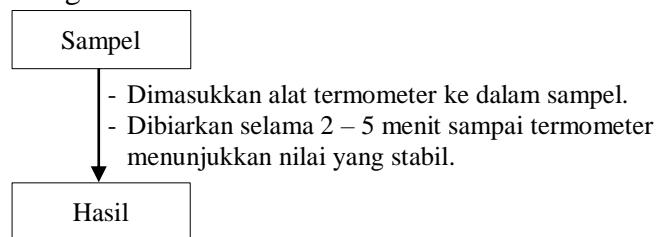
Metode analisis data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis laboratorium

Pada analisis laboratorium, dilakukan cara untuk melakukan analisis mengenai kualitas air sungai Botokan dengan parameter suhu, *Total Suspended Solid* (TSS), pH, *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Dissolved Oxygen* (DO).

a) Suhu

Analisis suhu dilakukan secara *in situ* pada setiap lokasi stasiun pengambilan sampel. Skema kerja dari analisis parameter suhu adalah sebagai berikut:



Gambar 3.5 Skema Kerja Analisis Parameter Suhu

(Sumber: SNI 06-6989.23-2005)

b) *Total Suspended Solid* (TSS)

Analisis padatan tersuspensi (TSS) dilakukan menggunakan metode gravimetri dan dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{TSS} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (mL)}} \dots\dots\dots(1)$$

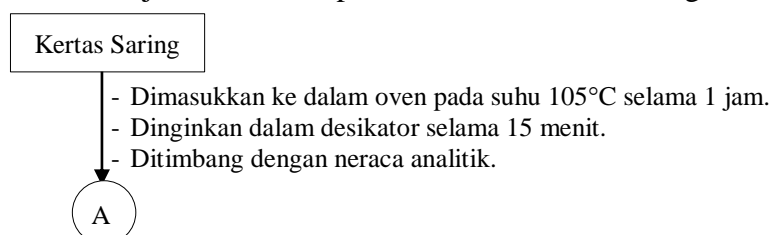
(Sumber : SNI 06-6989.3:2004)

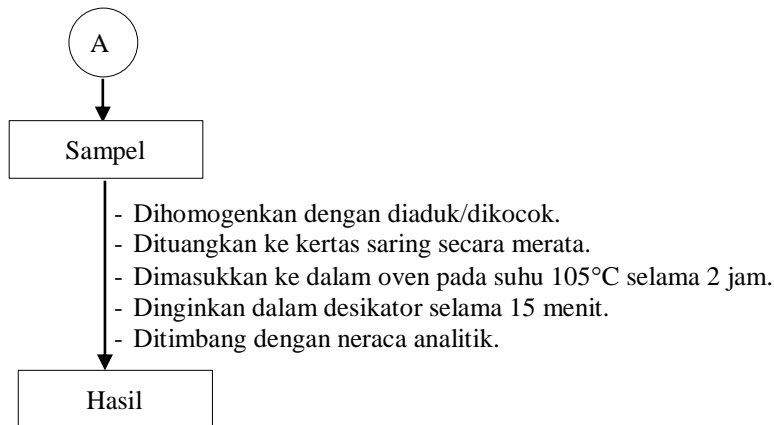
Keterangan :

A = berat kertas saring + residu kering (mg)

B = berat kertas saring (mg)

Skema kerja dari analisis parameter TSS adalah sebagai berikut:



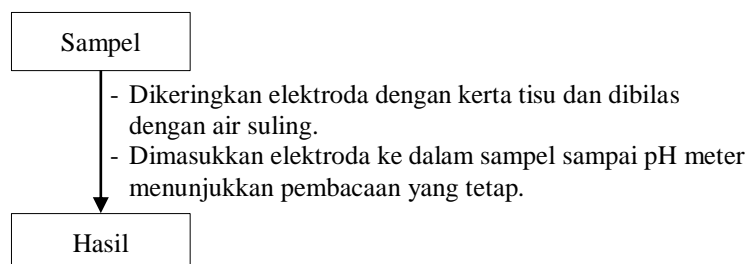


Gambar 3.6 Skema Kerja Analisis Parameter TSS

(Sumber: SNI 06-6989.3:2004)

c) pH

Analisis pH dilakukan secara *in situ* pada setiap lokasi stasiun pengambilan sampel. Skema kerja dari analisis parameter pH adalah sebagai berikut:



Gambar 3.7 Skema Kerja Analisis Parameter pH

(Sumber : SNI 06-6989.11-2004)

d) *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Analisis BOD dilakukan menggunakan metode winkler secara iodometri dan dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{BOD}_5 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{(A_1 - A_2) - \left(\frac{B_1 - B_2}{V_B} \right) (V_C)}{P} \dots \dots \dots (2)$$

(Sumber : SNI 6989.72:2009)

Keterangan:

A_1 = kadar oksigen terlarut contoh uji sebelum inkubasi (DO_0) (mg/L)

A_2 = kadar oksigen terlarut contoh uji setelah inkubasi (DO_5) (mg/L)

B_1 = kadar oksigen terlarut blanko sebelum inkubasi (DO_0) (mg/L)

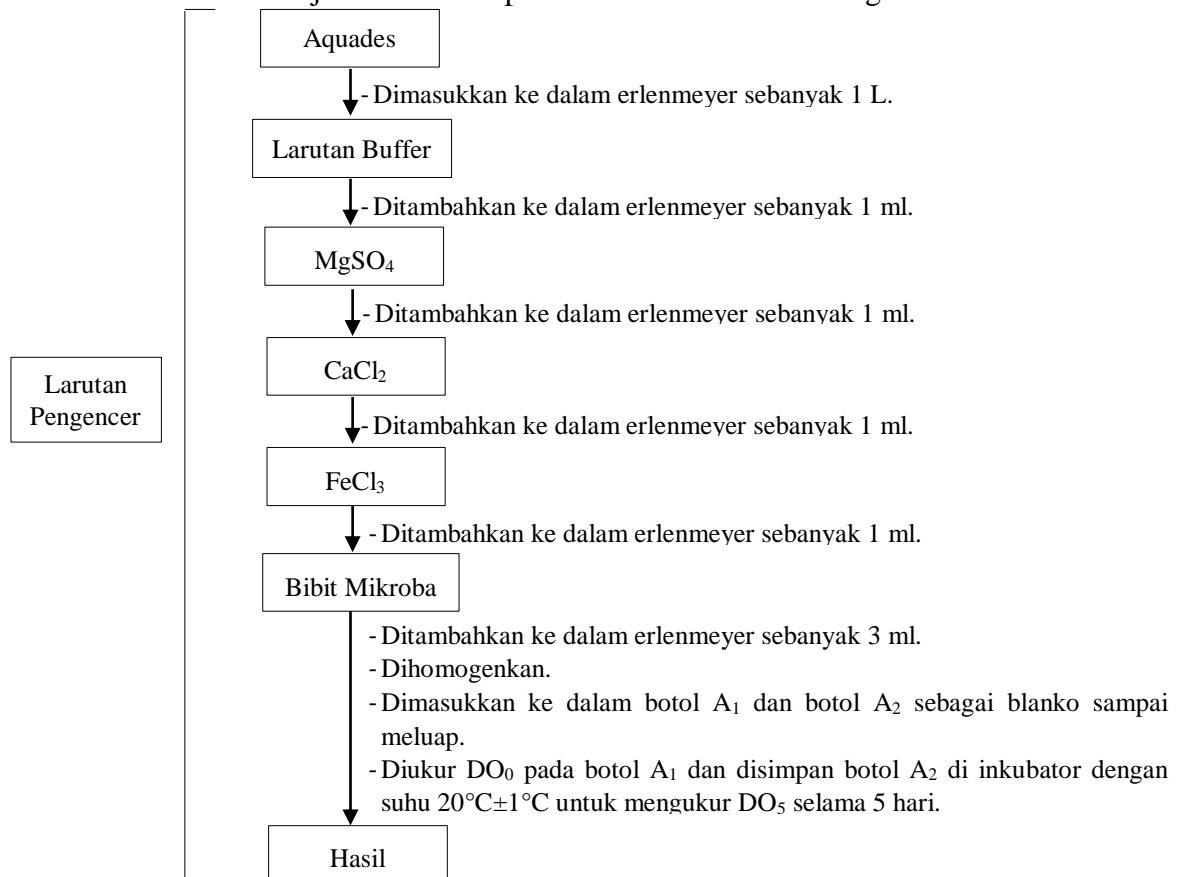
B_2 = kadar oksigen terlarut blanko setelah inkubasi (DO_0) (mg/L)

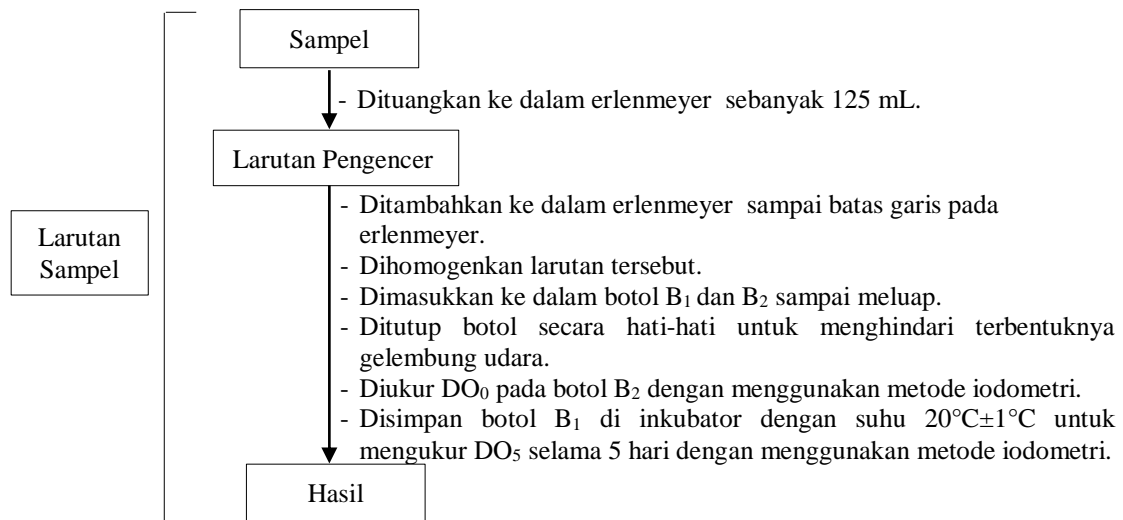
V_B = volume suspense mikroba dalam botol DO blanko (mL)

V_C = volume suspense mikroba dalam botol contoh uji (mL)

P = perbandingan volume contoh uji (V_1) per volume total (V_2)

Skema kerja dari analisis parameter BOD adalah sebagai berikut:





Gambar 3.8 Skema Kerja Analisis Parameter BOD

(Sumber : SNI 6989.72:2009)

e) *Chemical Oxygen Demand* COD

Analisis COD dilakukan menggunakan metode refluks terbuka secara titrimetri dan dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{COD} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{(A-B) \times N \times 8000}{V \text{ sampel (mL)}} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

A = volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk blanko (mL)

B = volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk contoh (mL)

N = normalitas larutan FAS

$$\text{Normalitas FAS} = \frac{(V_1) (N_1)}{V_2} \dots\dots\dots(4)$$

(Sumber: SNI 6989.73:2009)

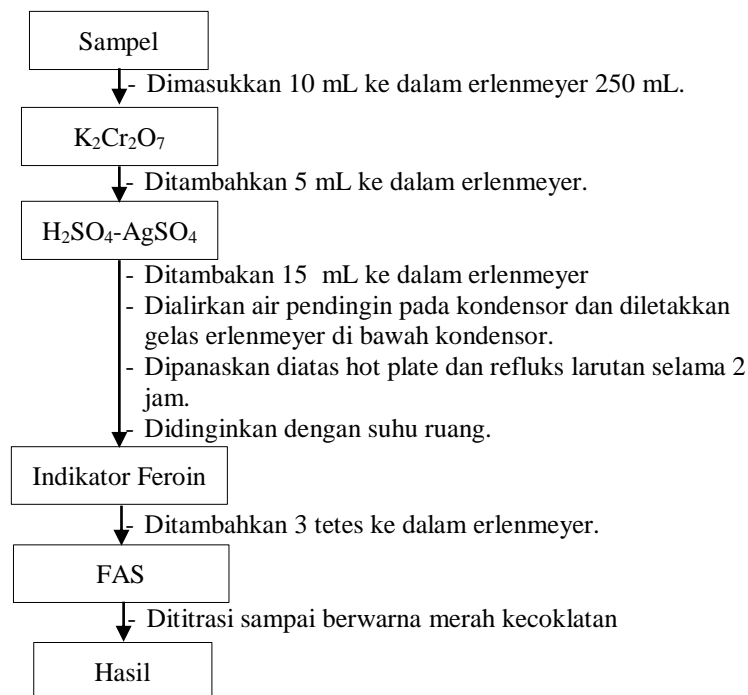
Keterangan:

V₁ = volume larutan K₂Cr₂O₇ yang digunakan (mL)

V₂ = volume larutan FAS yang dibutuhkan (mL)

N₁ = normalitas larutan K₂Cr₂O₇

Skema kerja dari analisis parameter COD adalah sebagai berikut:



Gambar 3.9 Skema Kerja Analisis Parameter COD

(Sumber : SNI 6989.73:2009)

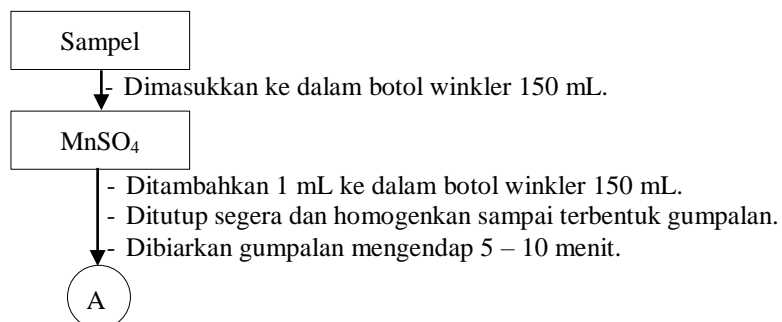
f) *Dissolved Oxygen (DO)*

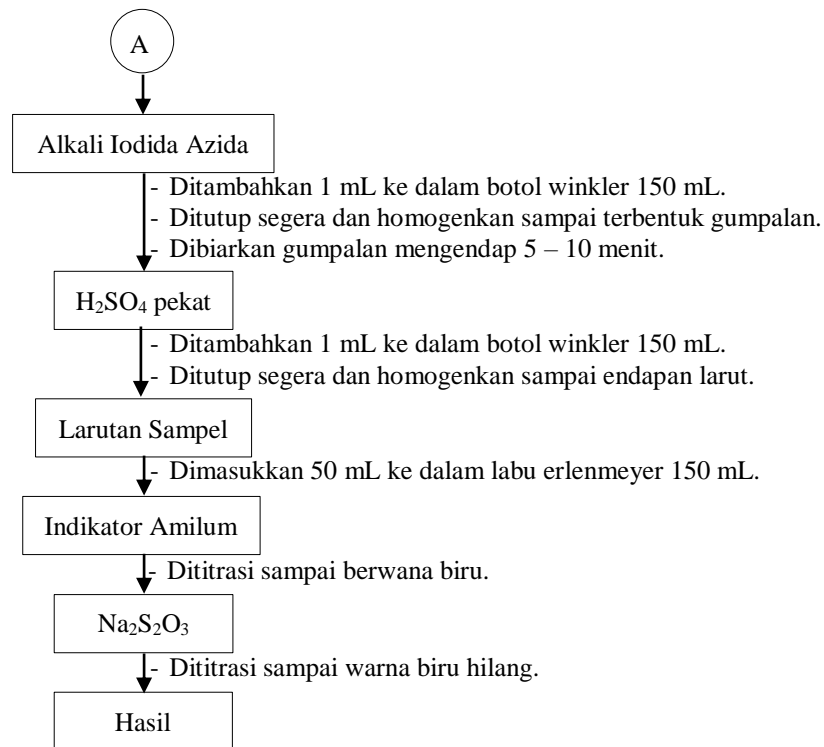
Analisis DO dilakukan menggunakan metode titrasi secara iodometri dan dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$DO \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{V \text{ Thiosulfat} \times N \text{ Thiosulfat} \times 8000}{V \text{ botol winkler}} \dots\dots\dots(5)$$

(Sumber : SNI 06-6989.14-2004)

Skema kerja dari analisis parameter DO adalah sebagai berikut:





Gambar 3.10 Skema Kerja Analisis Parameter DO

(Sumber : SNI 06-6989.14-2004)

2. Pengukuran debit aliran

Metode pengukuran debit air menggunakan metode *current meter*. Prinsip pengukuran metode *current meter* adalah kecepatan aliran diukur dengan *current meter*. Kecepatan aliran dihitung berdasarkan jumlah putaran baling-baling per waktu putarannya (N), dengan persamaan:

$$V = aN + b \dots \dots \dots (6)$$

(Sumber: Khotimah, 2008)

Keterangan:

V = kecepatan aliran (m/detik)

a dan b = konstanta alat

N = jumlah putaran per waktu

Tabel 3.4 Pengukuran Kecepatan Rata-Rata Menggunakan *Current Meter*

Tipe	Kedalaman Air	Titik Pengamatan	Kecepatan Rata-Rata pada Vertikal
1 titik	0,3 - 0,6 m	0,6 d dari permukaan	$V = V$
2 titik	0,6 - 3 m	0,2 d dan 0,8 d	$V = 1/2 (V_2 + V_8)$
3 titik	3 - 6 m	0,2 d; 0,6 d; dan 0,8 d	$V = 1/4 (V_2 + 2V_6 + V_8)$
5 titik	> 6 m	S; 0,2 d; 0,6 d; 0,8 d dan B	$V = 1/10 (V_S + 3V_2 + 2V_6 + 3V_8 + V_B)$

Catatan:

V_S diukur 0,3 m di bawah permukaan air

V_B diukur 0,3 di atas dasar sungai

(Sumber: Haryono, 2016)

Perhitungan debit aliran menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = V \times A \dots \dots \dots (7)$$

(Sumber: Khotimah, 2008)

Keterangan:

Q = debit aliran ($m^3/detik$)

V = kecepatan rata-rata ($m/detik$)

A = luas penampang basah (m^2)

Luas penampang sungai diukur menggunakan meteran dan *peilscale*/kayu. Luas penampang sungai dihitung menggunakan pendekatan luas trapesium dengan persamaan berikut ini:

$$L = \frac{1}{2} (b_1 + b_2) \times h \dots \dots \dots (8)$$

(Sumber: SOP, 2014)

Keterangan:

L = luas trapesium (m^2)

b_1 = lebar bawah (m)

b_2 = lebar atas (m)

h = tinggi (m)

3. Perhitungan beban pencemaran

Analisis data pada beban pencemaran menggunakan perhitungan berikut :

a) Beban pencemaran terukur

$$BPA = (CA)_j \times Q_s \times f \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan:

BPA = Beban pencemaran sebenarnya (kg/hari)

$(CA)_j$ = Kadar sebenarnya unsur pencemar j (mg/L)

Q_s = Debit air (m^3/s)

f = Faktor konversi

$$= \frac{1 \text{ kg}}{1.000.000 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ liter}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{86.400 \text{ detik}}{1 \text{ hari}} = 86,4 \frac{\text{kg.lt.detik}}{\text{mg.m}^3.\text{hari}}$$

b) Beban pencemaran maksimum

$$BPM = (CA)_{bm} \times Q_s \times f \dots \dots \dots (10)$$

Keterangan:

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

$(CA)_{bm}$ = Kadar maksimum unsur pencemar sesuai baku mutu (mg/L)

Q_s = Debit air (m^3/s)

f = Faktor konversi

$$= \frac{1 \text{ kg}}{1.000.000 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ liter}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{86.400 \text{ detik}}{1 \text{ hari}} = 86,4 \frac{\text{kg.lt.detik}}{\text{mg.m}^3.\text{hari}}$$

Berdasarkan persamaan diatas, penilaian beban pencemaran adalah BPA tidak boleh lebih dari BPM.

4. Perhitungan daya tampung beban pencemaran

Analisis data pada daya tampung beban pencemaran menggunakan perhitungan berikut ini:

$$DTBP = \text{beban cemar sesuai baku mutu} - \text{beban cemar terukur} \dots \dots \dots (11)$$

(Sumber : KLH, 2013)

3.3.3 Tahap Pengolahan Data dan Penyusunan Laporan

Tahap ini dibutuhkan untuk mempermudah peneliti dalam mengolah data. Data yang telah dianalisa di laboratorium, hasilnya akan dibandingkan dengan kriteria baku mutu air berdasarkan Kelas II yang ada dalam lampiran PP No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningsih, D., Sasongko, S. B., & Sudarno. (2012). Analisis Kualitas Air Dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal. *Jurnal Presipitasi*, 9(2), 64–71.
- Aktar, P., & Moonajilin, M. S. (2017). Assessment of Water Quality Status of Turag River Due to Industrial Effluent. *International Journal of Engineering and Information Systems*, 1(6), 105–118.
- Asmadi, & Suharno. (2012). *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Gosyen.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo. (2018). *Kabupaten Sidoarjo Dalam Angka 2018*. BPS Kabupaten Sidoarjo.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo. (2018). *Kecamatan Taman Dalam Angka 2018*. Sidoarjo: BPS Kabupaten Sidoarjo.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2004). SNI 06-6989.3-2004 tentang Air dan Air Limbah – Bagian 3: Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (*Total Suspended Solid*, TSS) Secara Gravimetri.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2004). SNI 06-6989.11-2004 tentang Air dan Air Limbah – Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) Dengan Menggunakan Alat pH Meter.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2004). SNI 06-6989.14-2004 tentang Air dan Air Limbah – Bagian 14: Cara Uji Oksigen Terlarut Secara Iodometri (Modifikasi Azida).
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2004). SNI 06-6989.23-2004 tentang Air dan Air Limbah – Bagian 23: Cara Uji Suhu dengan Termometer.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2008). SNI 6989.57:2008 tentang Air dan Air Limbah – Bagian 57: Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2004). SNI 6989.72:2009 tentang Air dan Air Limbah – Bagian 72: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (*Biochemical Oxygen Demand/BOD*).
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2004). SNI 6989.73:2009 tentang Air dan Air Limbah – Bagian 73: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (*Chemical Oxygen Demand/COD*) dengan refluks tertutup secara titrimetri.

- Dewa, R. P., & Idrus, S. (2017). Identifikasi Cemarkan Air Limbah Industri Tahu di Kota Ambon, *13*(2), 11–15.
- Djoharam, V., Rianti, E., & Yani, M. (2018). Analisis Kualitas Air dan Daya Tampung Beban Pencemarkan Sungai Pesanggrahan di Wilayah Provinsi DKI Jakarta, *8*(1), 127–133. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.1.127-133>
- Dinas PU Pengairan Kabupaten Sidoarjo. (2012). Peta Daerah Irigasi Delta Brantas. Sidoarjo.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hisseien, A., Kanga, R., & Mahamat, T. (2015). Physico-chemical analysis of Logone River water at Moundou City in Southern Chad. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, *9*(3), 1654–1664. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v9i3.44>
- Ipeaiyeda, A. R., & Obaje, G. M. (2017). Impact of Cement Effluent on Water Quality of Rivers : A Case Study of Onyi River at Obajana, Nigeria. *Cogent Environmental Science*, *7*(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/23311843.2017.1319102>
- Irsanda, P. G. R., Karnaningroem, N., & Bambang, D. (2014). Analisis Daya Tampung Beban Pencemarkan Kali Pelayaran Kabupaten Sidoarjo Dengan Metode Qual2kW. *Teknik POMITS*, *3*(1), 47–52. Retrieved from <http://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/5681/1687>
- Khotimah, N. (2008). *Diktat Mata Kuliah Hidrologi (PGF – 208)*.
- Mahalakshmi, G., Kumar, M., & Ramasamy, T. (2018). Assessment of Surface Water Quality of Noyyal River Using Wasp Model. *Asian Journal of Engineering and Applied Technology*, *7*(S1), 37–40.
- Mamatha, M. (2017). Water Quality Assessment of Kukkarahalli Lake Water Mysore, Karnataka, India. *International Research Journal of Engineering and Technology*, *4*(3), 2303–2307.
- Marganingrum, D., Djuwansah, M. R., & Mulyono, A. (2018). Penilaian Daya Tampung Sungai Jangkok dan Sungai Ancar Terhadap Polutan Organik. *Jurnal Teknologi Indonesia*, *19*(1), 71–80.
- Pemerintah Kabupaten Sidoarjo. (2009). Peraturan Daerah Kabupaten Sidoarjo Nomor 6 Tahun 2009 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sidoarjo Tahun 2009-2029. Sidoarjo.

Pemerintah Republik Indonesia. (2001). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta.

Pohan, D. A. S., Budiyo, & Syafrudin. (2016). Analisis Kualitas Air Sungai Guna Menentukan Peruntukan Ditinjau Dari Aspek Lingkungan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(2), 63–71. <https://doi.org/10.14710/jil.14.2.63-71>

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Saraswati, M. N. (2013). *Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Mangetan Kanal Kabupaten Sidoarjo dengan Metode Qual2Kw*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sundra, I. K. (2011). Kualitas Air Limbah Pabrik Kertas PT . Bali Kertas Mitra Jembrana. *Ecotrophic*, 6(1), 67–73.

Syahril. (2016). *Sumber Polusi Titik dan Tersebar (Point and Nonpoint Source Pollution) Terhadap Pencemaran Air Bawah Permukaan*. Universitas Riau.

Tanjung, R. H. R., Maury, H. K., & Suwito, D. A. N. (2016). Pemantauan Kualitas Air Sungai Digoel , Distrik Jair , Kabupaten Boven Digoel , Papua. *Jurnal Biologi Papua*, 8(1), 38–47.

Yuniarti, Y., Biyatmoko, D., Hafizianor, H., & Fauzi, H. (2019). Load Capacity of Water Pollution of Jaing River in Tabalong. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 4(3), 805–811. <https://doi.org/10.22161/ijeab/4.3.30>

Zuhdi, A. C. (2012). *Krisis Lingkungan Hidup Dalam Perspektif Al-Qur'an*. *Jurnal Keilmuan Tafsir Hadis*. IAIN Surabaya.