

LAPORAN
PENELITIAN INTERNAL DOSEN
Progam Studi Ilmu Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknik



**EVALUASI TINGKAT PENCEMARAN AIR SUNGAI BONGSO DI
KAWASAN TAMBANG MINYAK TRADISIONAL WONOCOLO**

Tim Peneliti:

Heri Mulyanti, S.Si., M.Sc.

Laily Agustina Rahmawati, S.Si., M.Sc.

Dibiayai oleh:

Universitas Bojonegoro

Periode 1 Tahun Anggaran 2025/2026

UNIVERSITAS BOJONEGORO

2026

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN PENELITIAN PENDANAAN PERGURUAN TINGGI

- 1 **Judul Penelitian** : Evaluasi Tingkat Pencemaran Air Sungai Bongso di Kawasan Tambang Minyak Tradisional Wonocolo
- 2 **Tema** : Teknologi Lingkungan dan Bioremediasi
- 3 **Ketua Penelitian**
 - a. Nama Peneliti : Heri Mulyanti, S.Si., M.Sc.
 - b. NIDN : 07 1212 8902
 - c. Program Studi : Ilmu Lingkungan
 - d. E-mail : izzatafirdausa@gmail.com
 - e. Bidang Keilmuan : Ilmu Lingkungan
- 4 **Anggota Peneliti 1**
 - a. Nama : Laily Agustina Rahmawati, S.Si., M.Sc.
(Dosen/Mahasiswa)
 - b. NIDN/NIM : 07 2108 8601
 - c. Program Studi : Ilmu Lingkungan
 - d. E-mail : Laily.tiyangalit@gmail.com
 - e. Bidang Keilmuan : Ilmu Lingkungan
- 5 **Anggota Peneliti 2**
 - a. Nama : Anindia Maia Meiva
(Dosen/Mahasiswa)
 - b. NIDN/NIM : 23262011046
 - c. Program Studi : Teknik Industri
 - d. E-mail : —
 - e. Bidang Keilmuan : Teknik Industri
- 6 **Jangka Waktu Penelitian** : 6 Bulan
- 7 **Lokasi Penelitian** : Tambang Minyak Tradisional Wonocolo
- 8 **Dana Diusulkan** : Rp 3.500.000,-

Bojonegoro, 20 Februari 2026

Mengetahui,

Ketua LPPM Universitas Bojonegoro



Dr. Laily Agustina Rahmawati, S.Si., M.Sc.
NIDN. 07 2108 8601

Ketua Penelitian

Heri Mulyanti, S.Si., M.Sc.
NIDN. 07 1212 8902

KATA PENGANTAR

Puji sukur kehadiran Allah SWT karena dengan rahmatnya proposal penelitian dengan judul "Evaluasi Tingkat Pencemaran Air Sungai Bongso Di Kawasan Tambang Minyak Tradisional Wonocolo" dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air Sungai Bongso secara fisik dan kimia pada penambangan tradisional minyak bumi yang ada di Desa Wonocolo dan dilakukan untuk mengevaluasi tingkat pencemaran air Sungai Bongso berdasarkan Indeks Pencemaran (IP).

Pencemaran air merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang penting untuk dikaji saat ini, karena dapat mempengaruhi lingkungan hidup terutama terhadap ekosistem perairan, kesehatan dan kebersihan lingkungan sekitar. Oleh karena itu, untuk mengetahui tingkat pencemaran terhadap kualitas air maka dapat diukur menggunakan parameter fisik dan kimia yaitu meliputi suhu, pH, DO, TSS, TDS, COD, Fenol, dan Nitrat. Serta dilakukan analisis menggunakan metode Indeks Pencemaran untuk mengetahui tingkat pencemaran air sungai.

Dalam proposal ini, akan dijelaskan secara detail mengenai metode yang akan digunakan untuk mengumpulkan data, analisis yang akan dilakukan, serta hasil yang diharapkan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai kualitas air sungai dan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Terima kasih atas kesempatan ini, dan saya berharap proposal penelitian ini dapat mendapatkan perhatian dan dukungan yang cukup.

Hormat saya,

Heri Mulyanti, S.Si., M.Sc

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
RINGKASAN	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Sumur Tua.....	6
2.1.2 Mekanisme Penambangan Sumur Tua.....	6
2.1.3 Sungai.....	7
2.1.4 Pencemaran Air	8
2.1.5 Sumber Pencemaran Air	8
2.1.6 Dampak Pencemaran Air	9
2.1.7 Status Mutu Air	10
2.2 Parameter Fisik.....	11
2.2.1 Suhu	12
2.2.2 <i>Total Dissolve Solid</i> (TDS).....	12
2.2.3 Padatan Tersuspensi (<i>Total Suspended Solid</i> /TSS)	12
2.3 Parameter Kimia.....	13
2.3.1 pH.....	13
2.3.2 Oksigen Terlarut (<i>Dissolved Oxygen</i> / DO).....	14
2.3.3 Chemical Oxygen Demand (COD)	14

2.3.4	Nitrat (NO ³).....	15
2.3.5	Fenol.....	15
2.3.6	Salinitas	16
2.4	Kriteria Baku Mutu Air	16
2.5	Penelitian Terdahulu.....	17
2.6	Kerangka Konsep Penelitian	20
BAB III METODE PENELITIAN		21
3.1	Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	21
3.2	Lokasi Penelitian	21
3.3	Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel	22
3.3.1	Populasi	22
3.3.2	Sampel.....	22
3.3.3	Teknik Pengambilan Sampel Air	23
3.4	Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data	24
3.5	Analisis Data	25
BAB IV BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN		27
4.1	Anggaran Biaya	27
4.2	Jadwal Penelitian	27
TARGET LUARAN.....		29
DAFTAR PUSTAKA		30

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu	17
Tabel 3.1 Batas Wilayah.....	21
Tabel 3.2 Tabel Titik Koordinat Pengambilan Sampel Air Sungai Bongso	23
Tabel 3.3 Status Mutu Air	26
Tabel 4.1 Jadwal Penelitian	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi proses penambangan minyak tradisional Wonocolo.	7
Gambar 2.2 Kerangka Konsep Penelitian.....	21
Gambar 3.1 Peta Kecamatan Kedewan	22

RINGKASAN

Kegiatan penambangan tradisional minyak bumi di 137 sumur tua Desa Wonocolo Kecamatan Kedewan Kabupaten Bojonegoro Jawa Timur, berdampak positif terhadap perekonomian masyarakat setempat, namun juga berdampak negatif terhadap lingkungan berupa pencemaran terutama terhadap air permukaan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas Sungai Bongso di wilayah penambangan tradisional minyak bumi Wonocolo berdasarkan parameter fisik dan kimia yaitu suhu, pH, DO, TSS, TDS, COD, Fenol, dan Nitrat. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan melakukan pengambilan sampel air sebanyak tujuh stasiun serta menganalisis tingkat pencemaran di sungai tersebut dengan menggunakan metode Indeks Pencemaran. Target luaran yang diharapkan dalam penelitian ini yaitu akan dipublikasikan pada 1 jurnal nasional sinta 3.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai sebuah negara yang kaya akan sumber daya alamnya, dengan keberadaan tambang minyak, batu bara, timah, emas, serta kelimpahan laut yang mencakup berbagai jenis ikan. Kekayaan alam tersebut tersebar di berbagai daerah, Seperti Papua, Bangka, Sulawesi, dan Nusa Tenggara Timur (NTT). Eksploitasi sumber daya alam Indonesia telah dimulai sejak masa Kolonial Belanda, di mana salah satu aset alam yang telah dimanfaatkan secara intensif pada periode tersebut adalah minyak bumi. Pemanfaatan sumber daya alam ini ditandai dengan eksploitasi melalui pengeboran sumur-sumur minyak di Indonesia. Di berbagai wilayah Indonesia, terdapat sumur tua yang telah berproduksi sebelum tahun 1970. Berdasarkan informasi dari Direktorat Jendral dan Departemen Energi Sumber Daya Mineral (ESDM), sumur-sumur tua tersebut tersebar di berbagai daerah, seperti di Kalimantan Timur dengan jumlah 3.143 sumur, Sumatera bagian Selatan 3.623 sumur, Sumatera bagian Utara 2.392 sumur, Sumatera bagian Tengah 1.633 sumur, Jawa Tengah dan Jawa Timur 2.496 sumur, Seram 229 sumur, Papua 228 sumur, dan Kalimantan Selatan 100 sumur. Jumlah total sumur tua secara keseluruhan adalah 13.824, di mana 745 di antaranya masih dianggap aktif (Naumi & Trilaksana, 2015).

Sedangkan di Daerah Jawa Timur tepatnya di Desa Wonocolo terdapat pertambangan sumur tua minyak bumi yang merupakan warisan dari Pemerintah Kolonial Hindia-Belanda yang saat ini dikelola PT Bojonegoro Bangun Sarana (BBS) dan ada sebanyak 137 sumur. Seiring berjalannya waktu dan berakhirnya masa penjajahan oleh Kolonial Belanda, pengelolaan pertambangan sumur minyak bumi bertransisi ke tangan Masyarakat Desa Wonocolo. Pada puncak aktivitas penambangan minyak bumi, yang terjadi pada tahun 2000-an, dengan dibukanya total 730 sumur untuk dieksploitasi dan yang sebagian masih beroperasi sampai saat ini (Irawan & Waisnawa, 2022). Karena karakteristik geologis khususnya terkait perangkap minyak antiklinal dan aspek budaya terkait metode penambangan tradisional yang telah ada selama lebih dari 120 tahun menjadi ciri khas kawasan

ini. Meskipun tambang minyak yang dioperasikan secara tradisional sering kali dianggap sebagai potensi ancaman terhadap keberlanjutan lingkungan, terutama di sepanjang sungai-sungai di Wilayah Wonocolo (Rahmawati *et al.*, 2021).

Penambangan yang dilakukan oleh masyarakat secara tradisional memainkan peran penting dalam menggerakkan pertumbuhan ekonomi dan pengembangan wilayah. Kegiatan ini menciptakan efek ganda, atau disebut juga *multiplier effect*, yang berdampak positif pada masyarakat setempat. Pada skala yang lebih kecil, penambangan telah menyediakan lapangan kerja lokal, meningkatkan pendapatan, mengurangi tingkat kemiskinan, dan mencegah tingkat urbanisasi (Naumi & Trilaksana, 2015).

Penambangan sumur tua minyak bumi yang dilakukan secara tradisional di daerah Wonocolo tidak hanya dilakukan pada sumur-sumur tua yang telah ada. Akan tetapi belakangan ini banyak investor dari luar Wonocolo yang melakukan pengeboran minyak untuk menemukan sumur-sumur minyak baru. Dengan bertambah maraknya penambangan tersebut potensi risiko terjadinya pencemaran juga semakin meningkat (Irawan & Waisnawa, 2022). Menurut (Hedar, 2021) Penambangan tradisional minyak bumi yang dilakukan oleh masyarakat Wonocolo memberikan dampak positif berupa peningkatan produksi minyak bumi dan peningkatan pendapatan masyarakat dalam skala nasional. Akan tetapi kegiatan ini juga menimbulkan dampak negatif berupa pencemaran lingkungan, termasuk pencemaran air permukaan. Karena, aktivitas penambangan dari sumur minyak tua di Desa Wonocolo menghasilkan volume yang cukup besar dari air terproduksi. Volume air tersebut sementara disimpan sebelum akhirnya dialirkan ke sistem drainase yang mengarah ke Sungai Bongso. Sungai ini termasuk dalam kategori sungai musiman atau sungai periodik, dimana volume airnya dapat berfluktuasi antara musim kemarau dengan debit rendah dan musim hujan dengan debit tinggi. Survei yang dilakukan oleh peneliti dilaksanakan pada periode musim kemarau, di mana debit Sungai Bongso pada periode tersebut sangat rendah. Sebagian besar aliran Sungai Bongso berasal dari pembuangan air terproduksi ke dalam sistem drainase, sehingga meningkatkan risiko pencemaran terhadap air sungai dan mengganggu ekosistem hidup organisme sungai.

Pencemaran air merupakan masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air oleh aktivitas manusia sehingga melampaui Baku Mutu Air yang telah ditetapkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI Nomor 38 Tahun 20011 Tentang Sungai, penyebab pencemaran air sungai yang utama adalah air limbah dan sampah. Kecenderungan perilaku masyarakat memanfaatkan sungai sebagai tempat buangan air limbah dan sampah harus dihentikan. Hal ini mengingat air sungai yang tercemar akan menimbulkan kerugian dengan pengaruh ikutan yang panjang. Salah satunya yang terpenting adalah mati atau hilangnya kehidupan flora dan fauna di sungai yang dapat mengancam keseimbangan ekosistem.

Penelitian yang berkaitan pada kawasan tambang minyak tradisional Wonocolo telah banyak dilakukan antara lain Naumi *et al.*,(2015) fokus penelitian yang dilakukan adalah tentang sejarah pertambangan minyak tradisional di Desa Wonocolo Kecamatan Kedewan Kabupaten Bojonegoro tahun 1970-1987. Selanjutnya Setyaningrum *et al.*,(2020) melakukan penelitian tentang analisis kualitas air terproduksi Desa Kedewan Kecamatan Wonocolo Kabupaten Bojonegoro, lalu Hedar,(2021) melakukan penelitian tentang analisis air sungai penerima air limbah penambangan minyak bumi secara tradisional pada sumur tua di desa Wonocolo kabupaten bojonegoro, selanjutnya oleh Rahmawati *et al.*,(2021) melakukan penelitian tentang kualitas air sungai berdasarkan bioindicator makrozoobentik di kawasan tambang minyak tradisional Wonocolo, selanjutnya Irawan *et al.*,(2022) melakukan penelitian tentang kajian kualitas air terproduksi minyak bumi dan dampaknya terhadap pencemaran air Sungai Dong Rumpit di kawasan sumur tua minyak bumi Desa Wonocolo, Bojonegoro, Jawa Timur, selanjutnya Fatahillah *et al.*,(2022) melakukan penelitian tentang indeks pencemaran air permukaan pada kawasan sumur tua minyak bumi di desa Wonocolo, Kecamatan Kedewan, Kabupaten Bojonegoro, Provinsi Jawa Timur.

Berdasarkan uraian tersebut, penilaian tingkat pencemaran air Sungai Bongso di kawasan tambang minyak tradisional Wonocolo dapat ditentukan dengan menggunakan kombinasi parameter fisik dan kimia. Parameter fisik terdiri dari Suhu, *Total Dissolve Solid* (TDS), dan *Total Suspended Solid* (TSS). Kemudian

untuk parameter kimia yang digunakan adalah konsentrasi *Dissolved Oxygen* (DO), pH, *Chemiycal Oxygen Demand* (COD), Fenol dan Nitrat (NO₂). Namun dalam penelitian ini ada penambahan parameter kimia yaitu salinitas, parameter salinitas ditambahkan berdasarkan penemuan sebelumnya oleh (Rahmawati *et al.*, 2021) yang menyatakan bahwa adanya indikasi tingginya salinitas di Sungai Bongso. Hal ini dikaitkan dengan rendahnya organisme makrozoobentik, karena tidak semua organisme air tawar dapat bertahan dalam kondisi air sungai dengan salinitas tinggi dan tercemar berdasarkan parameter biologi.

Pengukuran menggunakan parameter fisik dan kimia tersebut dapat digunakan untuk mengetahui perubahan air secara gradual mulai dari hulu, tengah sampai hilir. Lokasi hulu berada pada sumber alamiah, lokasi tengah berada pada sumber pencemaran, dan lokasi hilir berada di kawasan hutan Wonocolo dan belum menerima aliran air dari cabang-cabang sungai lainnya. Oleh karena itu, ditinjau dari penelitian terdahulu maka penelitian ini mengemukakan bahwa titik pengambilan sampel air Sungai Bongso lebih rapat karena titik-titik tersebut ditentukan berdasarkan bagian sungai yang berdekatan dengan kawasan tambang minyak dengan intensitas kerapatan tinggi.

Oleh karena itu, Penelitian ini diperlukan untuk mengevaluasi sejauh mana tingkat pencemaran air Sungai Bongso di wilayah pertambangan minyak tradisional Wonocolo. Penelitian ini akan menggunakan metode perbandingan antara hasil pengujian kualitas air dengan standart baku mutu air nasional yang telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah nomor 22 Tahun 2021. Selanjutnya, penentuan status mutu air sungai akan dilakukan dengan menggunakan rumus perhitungan Indeks Pencemaran (IP), sesuai dengan pedoman yang tercantum dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka rumusan masalah dari penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana kualitas air Sungai Bongso pada lokasi penambangan tradisional minyak bumi pada sumur tua yang ada di Desa Wonocolo?

2. Bagaimana tingkat pencemaran air Sungai Bongso berdasarkan indeks pencemaran (IP)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam studi ini, meliputi:

1. Untuk mengetahui kualitas air Sungai Bongso secara fisik dan kimia pada penambangan tradisional minyak bumi yang ada di Desa Wonocolo.
2. Untuk mengevaluasi tingkat pencemaran air Sungai Bongso berdasarkan Indeks Pencemaran (IP).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat dirasakan dari studi ini, meliputi:

1. Manfaat Praktis

Memberikan informasi kepada khalayak umum dan khususnya untuk masyarakat di Desa Wonocolo, Kecamatan Kedewan, Kabupaten Bojonegoro mengenai pencemaran air sungai yang ada pada kawasan tambang minyak tradisional Wonocolo.

2. Manfaat Teoritis

- a. Dapat memberikan informasi bagi peneliti lainnya sehingga dapat berguna bagi pengembangan analisis tingkat pencemaran air sungai pada kawasan tambang minyak tradisional Wonocolo.
- b. Menambah wawasan dan pengalaman sebagai penerapan ilmu yang telah diperoleh selama menempuh pendidikan pada Prodi Ilmu Lingkungan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

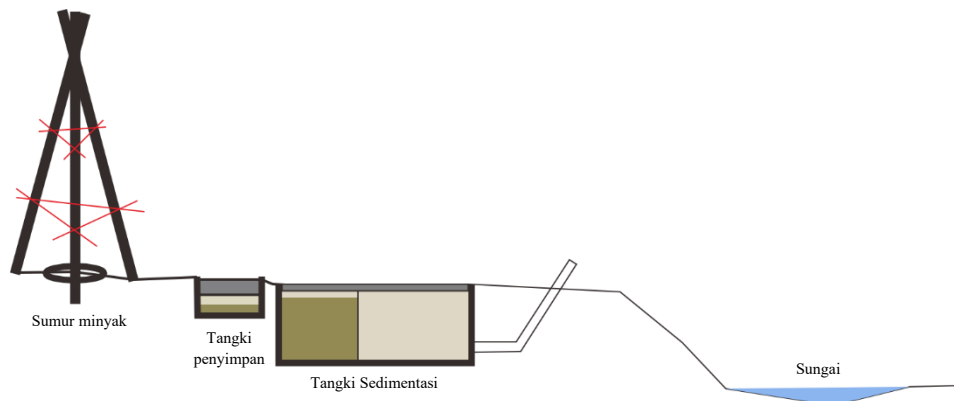
2.1.1 Sumur Tua

Menurut ketentuan yang tercantum dalam Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1 Tahun 2008 mengenai Pedoman Pengusahaan Pertambangan Minyak Bumi pada Sumur Tua, Sumur tua didefinisikan sebagai sumur-sumur minyak bumi yang telah dibor sebelum tahun 1970, pernah mengalami produksi, dan terletak di lapangan yang tidak sedang dikelola dalam satu wilayah kerja yang terikat oleh kontrak kerja sama, serta tidak lagi diusahakan oleh kontraktor. Filosofi pengelolaan pertambangan minyak bumi pada sumur tua mencakup dua aspek, yaitu: a) Optimalisasi pemanfaatan sumur-sumur tua; b) Pemberdayaan ekonomi masyarakat di sekitar lokasi sumur tua. Hal ini mencerminkan bahwa kegiatan pertambangan minyak bumi pada sumur-sumur tua tidak termasuk dalam kategori eksploitasi sumber daya alam yang melebihi batas, melainkan dapat diusahakan oleh masyarakat dengan mengikuti prosedur dan tata cara yang sesuai dengan peraturan yang berlaku.

2.1.2 Mekanisme Penambangan Sumur Tua

Penambangan minyak tradisional yang dilakukan masyarakat sekitar Desa Wonocolo hanya menggunakan alat-alat yang sederhana, seperti tali tambang atau kawat baja (seling), kayu sebagai penyangga timba yang terbuat dari pipa baja berlapis tembaga, dan digerakkan oleh mesin diesel mobil bekas. Hal ini yang membuat penambangan minyak di Wonocolo terlihat tradisional. Proses penambangan minyak dimulai dari mengambil minyak dari dalam sumur. Minyak diambil menggunakan timba yang terbuat dari pipa baja berlapis tembaga, setelah timba terisi penuh oleh minyak. Timba ditarik ke atas dengan menggunakan mesin diesel mobil bekas sebagai penarik seling melalui katrol yang berada pada penyangga segitiga kayu jati, prosesnya naik turun seperti orang mompa air. Setelah itu penambang mendorong timba menggunakan tongkat lalu mengeluarkan isi dalam timba dan kemudian ditumpahkan ke dalam wadah tangki penampungan yang di tanam pada permukaan tanah, gunanya untuk memisahkan antara minyak dan air yang ikut terambil. Tetapi disamping itu hasil tumpahan ataupun hasil pemisahan antara minyak dan air langsung di alirkan melalui parit kecil yang langsung menuju

ke perairan sungai. Rata-rata penambangan pada kedalaman 300 hingga 500 meter. Minyak-minyak yang telah diambil ini merupakan minyak mentah yang kemudian nantinya antara di suling sendiri dan langsung di jual ke Pertamina. Ilustrasi proses produksi minyak di sumur tua Wonocolo dapat dilihat pada **Gambar 2.1**



Gambar 2.1 Ilustrasi proses penambangan minyak tradisional Wonocolo.
Sumber Hasil Analisis Penelitian, 2024

2.1.3 Sungai

Menurut Peraturan Pemerintah No. 38 Tahun 2011, definisi sungai merupakan alur atau wadah air alami maupun buatan yang berupa jaringan aliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis yang sepadan. Sungai sebagai wadah air mengalir selalu berada di posisi paling rendah dalam lanskap bumi, sehingga kondisi sungai tidak dapat dipisahkan dari kondisi daerah aliran sungai. Keberadaan sungai dapat memberikan manfaat baik pada kehidupan manusia maupun pada alam.

Sungai sebagai sumber air yang memiliki peran penting dalam mendukung kelangsungan hidup makhluk hidup. Kondisi lingkungan sungai sangat berpengaruh terhadap perubahan kualitas air, perubahan lingkungan sungai sangat berpengaruh pada aktivitas dan kehidupan manusia. Pencemaran sungai bisa berasal dari sungai itu sendiri maupun dari perilaku manusia sebagai pengguna sungai, namun pengaruh dominan terjadinya pencemaran umumnya disebabkan oleh tindakan manusia (Mardhia & Abdullah, 2018).

2.1.4 Pencemaran Air

Pencemaran air merupakan masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air oleh aktivitas manusia sehingga melampaui Baku Mutu Air yang telah ditetapkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2021. Menurut Istomi, (2013) pencemaran terjadi ketika suatu substansi pencemar memasuki ekosistem manusia, yang disebabkan oleh aktivitas manusia, sehingga dapat menimbulkan dampak negatif baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap keseimbangan kehidupan manusia. Selain dari aspek aktivitas manusia, faktor lain yang dapat menyebabkan pencemaran adalah perubahan iklim (Zanatia *et al.*, 2019).

2.1.5 Sumber Pencemaran Air

Sumber pencemaran air dapat dibedakan menjadi dua kategori berdasarkan karakteristik limbah yang dihasilkan, yaitu sumber limbah domestik dan sumber non-domestik. Sumber limbah domestik umumnya berasal dari kegiatan sehari-hari di lingkungan permukiman, seperti mandi, mencuci, pembuangan tinja, urine, dan aktivitas sejenisnya. sementara itu, limbah non-domestik berasal dari kegiatan seperti kegiatan industri, pertanian, peternakan, dan aktivitas lain yang tidak terkait dengan kawasan permukiman (H. Sahabuddin *et al.*, 2014)

Menurut (Chrisnawati *et al.*, 2023), Pencemaran air secara umum dapat diklasifikasikan dalam dua kategori utama sebagai sumber pencemaran, yaitu:

1. *Point source* (sumber titik), yaitu beban pencemar titik yang merujuk pada pencemar yang dikeluarkan atau berasal dari satu titik tertentu, mudah diukur, memiliki dimensi spasial yang lokal, dan cenderung memiliki karakteristik yang seragam, seperti contohnya pencemar yang berasal dari saluran pembuangan IPAL suatu industri. Sementara itu, berbeda dengan sumber pencemar titik, sumber pencemar yang tersebar melibatkan pelepasan pencemar yang terdistribusi di beberapa area spasial, umumnya sulit diukur baik dalam hal kuantitasnya maupun kualitasnya, dan memiliki karakteristik yang tidak seragam.

2. *Non-point source* (sebaran menyebar), yaitu sumber pencemaran yang bersifat tersebar ini dapat termanifestasi melalui saluran-saluran tertentu, seperti air yang mengalir dari area pertanian yang membawa zat pestisida dan pupuk. Sebaran dari sumber pencemar tersebar ini, yang di sebut juga sebagai sumber *non-point source*, sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti curah hujan, jenis tanah, dan topografi lahan. Pada dasarnya, pencemaran air berasal dari aktivitas industri, rumah tangga (pemukiman), dan sektor pertanian.

2.1.6 Dampak Pencemaran Air

Pencemaran air dapat berdampak sangat luas, misalnya dapat meracuni air minum, meracuni makanan hewan, menjadi penyebab ketidakseimbangan ekosistem sungai dan pengrusakan terhadap hutan akibat hujan asam (Warlina, 2004).

Dampak pencemaran air pada umumnya dibagi dalam 4 kategori (KLH, 2004):

1. Dampak terhadap kehidupan biota air

Banyaknya zat pencemar pada air limbah akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut dalam air tersebut. Sehingga akan mengakibatkan kehidupan dalam air yang membutuhkan oksigen terganggu serta mengurangi perkembangannya. Selain itu kematian dapat pula disebabkan adanya zat beracun yang juga menyebabkan kerusakan pada tanaman dan tumbuhan air.

Akibat matinya bakteri-bakteri, maka proses penjernihan air secara alamiah yang seharusnya terjadi pada air limbah juga terhambat. Dengan air limbah menjadi sulit terurai. Panas dari industri juga akan membawa dampak negatif bagi kematian organisme, apabila air limbah tidak didinginkan dahulu.

2. Dampak terhadap kualitas air tanah

Pencemaran air tanah oleh tinja Pencemaran air tanah oleh tinja yang biasa diukur dengan *faecal coliform* telah terjadi dalam skala yang luas, hal ini telah dibuktikan oleh suatu survey sumur dangkal di Jakarta. Banyak penelitian yang mengindikasikan terjadinya pencemaran tersebut

3. Dampak terhadap kesehatan

Peraan air sebagai pembawa penyakit menular sangat bermacam-macam antara lain: air sebagai media untuk hidup mikroba patogen, air sebagai sarang insekta penyebar penyakit, jumlah air yang tersedia tak cukup, sehingga manusia bersangkutan tak dapat membersihkan diri, air sebagai media untuk hidup vektor penyakit.

Ada beberapa penyakit yang masuk dalam kategori water-borne diseases, atau penyakit-penyakit yang dibawa oleh air, yang masih banyak terdapat di daerah-daerah. Penyakit-penyakit ini dapat menyebar bila mikroba penyebabnya dapat masuk ke dalam sumber air yang dipakai masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Sedangkan jenis mikroba yang dapat menyebar lewat air antara lain, bakteri, protozoa dan metazoa.

4. Dampak terhadap estetika lingkungan

Dengan semakin banyaknya zat organik yang dibuang ke lingkungan perairan, maka perairan tersebut akan semakin tercemar yang biasanya ditandai dengan bau yang menyengat disamping tumpukan yang dapat mengurangi estetika lingkungan. Masalah limbah minyak atau lemak juga dapat mengurangi estetika. Selain bau, limbah tersebut juga menyebabkan tempat sekitarnya menjadi licin. Sedangkan limbah detergen atau sabun akan menyebabkan penumpukan busa yang sangat banyak. Inipun dapat mengurangi estetika lingkungan.

2.1.7 Status Mutu Air

Status mutu air merupakan tingkat kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan baku mutu air yang ditetapkan. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan

Status Mutu Air, penentuan status mutu air dapat menggunakan Metode Storet atau metode Indeks Pencemaran (IP).

Menurut Nemerow & Sumitomo (1970), mengusulkan suatu indeks yang berkaitan dengan senyawa pencemar yang bermakna untuk suatu peruntukan. Indeks ini dinyatakan sebagai indeks pencemaran (*Pollution Indeks*) yang digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan (Nemerow, 1974). Indeks ini memiliki konsep yang berbeda dengan indeks kualitas air (*Water Quality Index*). Indeks pencemaran ditentukan untuk suatu peruntukan, kemudian dapat dikembangkan untuk beberapa peruntukan bagi seluruh bagian badan air atau sebagian dari suatu sungai.

Menurut Xia yu *et al.*,(2011) Pengelolaan kualitas air atas dasar indeks pencemaran ini dapat memberi masukan pada pengambil keputusan agar dapat menilai kualitas badan air untuk suatu peruntukan serta melakukan tindakan untuk memperbaiki kualitas jika terjadi penurunan kualitas akibat kehadiran senyawa pencemar. Metode ini dapat langsung menghubungkan tingkat ketercemaran dengan dapat atau tidaknya sungai dipakai untuk penggunaan tertentu dan dengan nilai parameter-parameter tertentu.

Adapun hubungan nilai indeks pencemaran dengan kriteria status mutu yang dibagi menjadi 4 kriteria berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 115 Tahun 2003, adalah sebagai berikut:

- a) $0 \leq P_{ij} \leq 1,0$ = memenuhi baku mutu (kondisi baik);
- b) $1,0 < P_{ij} \leq 5,0$ = Tercemar ringan
- c) $5,0 < P_{ij} \leq 10$ = Tercemar sedang
- d) $P_{ij} \geq 10$ = Tercemar berat

2.2 Parameter Fisik

2.2.1 Suhu

Suhu menjadi parameter yang sangat penting dalam pemantauan kualitas air. Kondisi suhu perairan akan mempengaruhi aktivitas biologi dan proses kelarutan gas (Novita *et al.*, 2023). Peningkatan suhu pada perairan mengakibatkan peningkatan viskositas, evaporasi, reaksi kimia dan volatilitas. Tidak hanya itu tetapi suhu berpengaruh terhadap DO, jika suhu tinggi maka DO menurun hal itu disebabkan oleh dekomposisi bahan organik di perairan (Atmaja, 2018). Parameter suhu juga berpengaruh terhadap kelarutan logam berat di badan air yang jika air dikonsumsi akan membahayakan kesehatan masyarakat. Jika suhu air terlalu dingin maka logam berat akan mengendap (Sukoasih *et al.*, 2016).

2.2.2 Total Dissolve Solid (TDS)

Padatan terlarut atau *Total Dissolve Solid* (TDS) merupakan materi padatan dengan ukuran partikel lebih kecil dibandingkan dengan padatan tersuspensi. Bahan-bahan terlarut dalam lingkungan perairan alami biasanya tidak memiliki sifat toksik, akan tetapi peningkatan kadar yang signifikan dapat mengakibatkan peningkatan nilai kekeruhan yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke dalam air, dengan demikian berpotensi mempengaruhi proses fotosintesis di lingkungan perairan (Kustiyaningsih & Irawanto, 2020).

2.2.3 Padatan Tersuspensi (Total Suspended Solid/TSS)

Zat padat tersuspensi (*Total Suspended Solid*) merujuk kepada semua materi padat, seperti pasir, lumpur, dan tanah liat, atau partikel-partikel yang mengambang dalam air. Materi ini dapat berupa komponen biotik, seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, serta komponen abiotik, seperti detritus dan partikel anorganik (Edward, 2003). Menurut (Rinawati *et al.*, 2016) *Total Suspended Solid* (TSS) merupakan salah satu parameter penting menurunnya kualitas perairan, sehingga dapat menyebabkan perubahan secara fisika, kimia dan biologi pada perairan. Perubahan fisika meliputi, penambahan padatan baik bahan organik maupun bahan anorganik ke dalam perairan yang dapat menyebabkan kekeruhan, yang selanjutnya menghambat penetrasi cahaya matahari ke badan air.

Berkurangnya penetrasi cahaya matahari akan menghambat proses fotosintesis pada perairan, sehingga kandungan oksigen menurun. Menurunnya temperatur pada perairan dapat mengakibatkan terhambatnya proses dekomposisi oleh mikroba. Tingginya nilai TSS dapat mengganggu biota perairan, seperti terganggunya penglihatan pada ikan dan menghambat pernapasan pada ikan. Nilai TSS dapat menjadi parameter kunci pada perairan yang secara dinamis mencerminkan perubahan yang terjadi di perairan. TSS sangat berguna dalam analisis perairan dan buangan domestik yang tercemar, serta dapat digunakan untuk mengevaluasi mutu air, maupun menentukan efisiensi unit pengolahan.

Sedangkan menurut (Arifiati *et al.*, 2023) *Total Suspended Solid* (TSS) merupakan suatu ukuran jumlah padatan tersuspensi partikulat dalam kolam air. Kekeruhan yang tinggi biasanya menunjukkan tingginya TSS terkait dengan berbagai aktivitas penggunaan lahan.

2.3 Parameter Kimia

2.3.1 pH

pH (Derajat Keasaman) merupakan parameter yang mengindikasikan tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan, digunakan untuk menyatakan sejauh mana larutan tersebut bersifat asam atau basa (Fakhruzzaini & Aprilianto, 2017). Karena pH juga merupakan salah satu parameter kimia yang penting dalam memantau kesetabilan suatu perairan. Perubahan pH yang bervariasi akan berdampak terhadap organisme akuatik. Menurunnya nilai pH mengindikasikan kualitas air semakin menurun, yang akhirnya berdampak terhadap kehidupan biota di suatu perairan dikarenakan jaringan makanan terganggu. Menurunnya nilai pH diakibatkan dari kegiatan industri dan rumah tangga, yaitu penggunaan detergen (Novita *et al.*, 2023).

Menurut Sahabuddin, (2015:43) air sungai dalam kondisi alami yang belum tercemar memiliki rentang pH antara 6,5 - 8,5. Karena pencemaran, pH air dapat menjadi lebih rendah dari 6,5 atau lebih tinggi dari 8,5. Bahan-bahan organik biasanya menyebabkan kondisi air menjadi lebih asam. Selain itu kapur menyebabkan kondisi air menjadi alkali (basa). Jadi, perubahan pH air tergantung

macam bahan pencemarannya. Karena perubahan nilai pH juga mempunyai arti penting bagi kehidupan air.

2.3.2 Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen* / DO)

Oksigen terlarut (DO) merupakan parameter yang sangat penting untuk keberlangsungan kehidupan organisme air, contohnya seperti ikan. Terjadinya penurunan oksigen terlarut dalam perairan akan memberikan dampak berbahaya bagi kehidupan akuatik. Konsentrasi oksigen terlarut merupakan parameter yang paling banyak menyita perhatian karena mencerminkan kualitas air dan salah satu parameter penentuan kesehatan suatu ekosistem (Sugianti & Astuti, 2018).

Menurut Salmin,(2005) oksigen terlarut sangat dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernafasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Di samping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut.

Oksigen terlarut memiliki peran yang signifikan dalam menilai kualitas air di suatu wilayah perairan. Batas konsentrasi minimum serta fungsi oksigen terlarut terhadap ekosistem perairan mencerminkan kapabilitas badan air untuk beradaptasi dengan beban pencemar. Kehadiran oksigen terlarut sangat mempengaruhi kehidupan ikan, khususnya dalam aspek pertumbuhan, regenerasi jaringan, dan proses reproduksi (Sugianti & Astuti, 2018).

2.3.3 Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah kebutuhan oksigen yang diperlukan oleh mikroba untuk menghancurkan bahan organik (Maulani dan Wibowo, 2016). Menurut Hari Prabowo. B. (2019:74) kebutuhan oksigen kimia atau COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses oksidasi bahan organik secara kimia. COD sebagai uji percepatan untuk penentuan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh senyawa organik yang didapatkan dalam sampel. Beberapa

senyawa organik secara kimia teroksidasi tetapi bukan secara biokimia, yang kemudian nilai COD bukan mengindikasikan sebagai bahan organik yang ada di dalam sampel yang dapat diuraikan dan dapat diketahui beberapa laju oksidasi biologi yang berlangsung.

2.3.4 Nitrat (NO_3)

Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) merupakan bentuk utama nitrogen yang terdapat dalam perairan alami. Senyawa ini memiliki peran signifikan sebagai salah satu nutrisi penting dalam proses sintesis protein pada hewan dan tumbuhan. Tingginya konsentrasi nitrat dalam perairan memiliki potensi untuk merangsang pertumbuhan dan perkembangan organisme perairan, terutama jika didukung oleh ketersediaan nutrisi yang memadai. Nitrifikasi merupakan suatu proses oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat, memiliki peranan krusial dalam siklus nitrogen dan berlangsung di bawah kondisi aerob. Bakteri *nitrosomonas* bertanggung jawab atas oksidasi amonia menjadi nitrit, sementara *nitrobacter* melakukan oksidasi nitrit menjadi nitrat (Hamuna *et al.*, 2018).

Rachmi *et al.*, (2016) juga menyatakan bahwa masuknya nitrat ke dalam badan perairan disebabkan oleh manusia yang membuang limbah secara langsung ke dalam sungai dimana limbah tersebut banyak mengandung amoniak, kemungkinan lain disebabkan dari pembusukan sisa tanaman dan hewan, pembuangan industri maupun berasal dari kotoran hewan. Selain itu kadar nitrat pada tingkat 10mg/L dapat menyebabkan pertumbuhan yang berlebihan pada tanaman dan terjadi dekomposisi yang berpengaruh bagi kesehatan organisme air dan dapat menurunkan tingkat kelarutan oksigen dalam air. Kandungan nitrat yang berlebihan dalam air dapat menyebabkan bayi biru yaitu sindroma bayi yang baru dilahirkan (Hari Prabowo, 2019:74).

2.3.5 Fenol

Fenol merupakan salah satu polutan organik utama yang ditemukan dalam air limbah industri seperti tekstil, manufaktur kulit dan farmasi. Fenol memberikan rasa dan bau yang menyengat pada air (Arifiati *et al.*, 2023). Selain itu menurut

(Yogafanny, 2015) meningkatnya kadar fenol dalam perairan sungai di pengaruhi oleh banyaknya bahan organik seperti sisa pakan ternak, pupuk organik yang terakumulasi di sungai.

2.3.6 Salinitas

Salinitas adalah konsentrasi seluruh larutan garam yang diperoleh dalam perairan, dimana salinitas air berpengaruh terhadap tekanan osmotik air, semakin tinggi salinitas maka akan semakin besar pula tekanan osmotiknya (Hamuna *et al.*, 2018). Perbedaan salinitas pada perairan dapat terjadi karena adanya perbedaan penguapan dan presipitasi.

Salinitas air dapat dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat yang disebut dengan Refraktometer atau salinometer (Alat Pengukur Salinitas Air). Satuan untuk pengukuran salinitas air adalah satuan gram per kilogram (ppt) atau promil (‰). Nilai salinitas air untuk perairan tawar biasanya berkisar antara 0-5 ppt (Salinitas air Tawar), perairan payau biasanya berkisar antara 6-29 ppt (salinitas air Payau) dan perairan laut berkisar antara 30-35 ppt (Salinitas air Laut).

2.4 Kriteria Baku Mutu Air

Baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air (PP RI Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup). Untuk itu agar kualitas air tetap terjaga maka setiap kegiatan yang menghasilkan limbah cair yang akan dibuang ke perairan umum atau sungai harus memenuhi standart baku mutu atau kriteria mutu air sungai yang akan menjadi tempat pembuangan limbah cair tersebut, sehingga kerusakan air atau pencemaran air sungai dapat dihindari atau dikendalikan.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan lingkungan hidup menyebutkan bahwa klasifikasi mutu air digolongkan menjadi 4 (empat) kelas yaitu:

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk budidaya ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.5 Penelitian Terdahulu

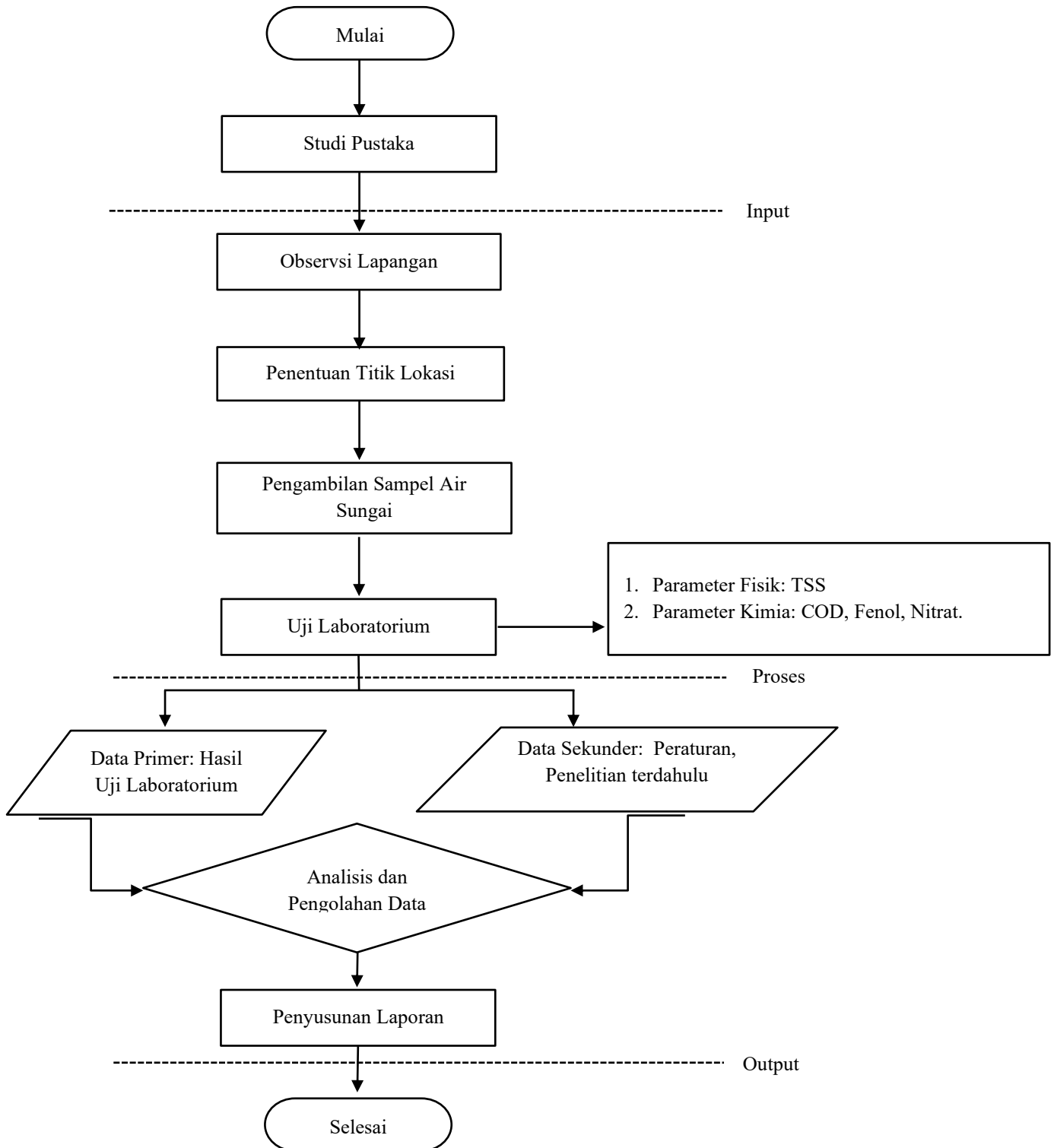
Tabel 2.1 Penelitian terdahulu

No.	Nama dan Tahun Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Fatahillah dkk., 2022	• Metode survey • Metode sistematis • Metode evaluasi • Perhitungan Indeks Pencemaran (IP)	Hasil perhitungan indeks pencemaran menunjukkan sebagian besar potongan sungai berharkat tercemar ringan dengan nilai di antara 1 dan 5. Namun terdapat nilai tercemar sedang .
2.	Irawan dkk., 2022	Perhitungan Indeks Pencemaran (IP)	Bahwa pada sungai dong rumpit memiliki tingkat pencemaran sedang di semua segmen sungai
3.	Subariswanti dkk., 2021	Analitik model rumus Domenico Robbins	Hasil kualitas air tanah menunjukkan bahwa semua parameter seperti Fe, Mn, dan Zn, masih memenuhi standar baku mutu pada permenkes republik indonesia No. 32 Tahun 2017.
4.	Rahmawati dkk., 2021	Metode observasi secara <i>Purposive sampling</i>	• Berdasarkan indeks dominasi, bahwa sungai bungsu dan sungai kragsaan berada pada kategori rendah. • Berdasarkan indeks keanekaragaman hayati, sungai bungsu tercemar berat dan tercemar sedang, sementara di sungai kragsaan juga sama ada tingkat pencemaran kategori tercemar berat dan tercemar sedang. Nilai E di Substasiun B-3 juga rendah kemungkinan dipengaruhi oleh tingginya salinitas di lokasi tersebut. Pasalnya, tidak semua organisme air tawar mampu bertahan pada kondisi air sungai dengan salinitas tinggi.
5.	Yusron Hedar., 2021	• SNI 6989.57:2008 Metode	Bahwa kualitas air sungai pada daerah hulu kondisinya masih baik ,

		pengambilan contoh air permukaan <i>Grab Sample</i> (pengambilan sesaat) SNI 03-7016-2004.	sedangkan pada daerah hilir beberapa parameter nilainya diatas baku mutu air kelas II . Fokus pembahasan parameter DO, COD, BOD dan Minyak dan lemak.
6.	Setyaningrum dkk., 2020	<i>Purposive sampling</i>	Kualitas air sungai kedungrupit dan sungai kaligaling setelah menerima air terproduksi hasil penambangan minyak bumi secara tradisional, termasuk dalam kategori yang tidak memenuhi baku mutu air kelas II dalam PP No. 82 Tahun 2001. Parameter yang melebihi baku mutu, yaitu COD, TDS, NH ₃ -N, serta minyak dan lemak.
7.	Naumi dkk., 2015	Metode penelitian sejarah	Bahwa dalam penelitian ini menjelaskan tentang sejarah pertambangan minyak tradisional.

Sumber Studi Terdahulu, 2024

2.6 Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 2.2 Kerangka Konsep Penelitian
Sumber Hasil Analisis Penelitian, 2024

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Jenis penelitian pada penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Deskriptif kuantitatif merupakan metode yang memiliki tujuan untuk membuat gambar dan mendeskripsikan tentang keadaan secara objektif melalui angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran, penampilan dan hasil (Arikunto, 2006).

3.2 Lokasi Penelitian

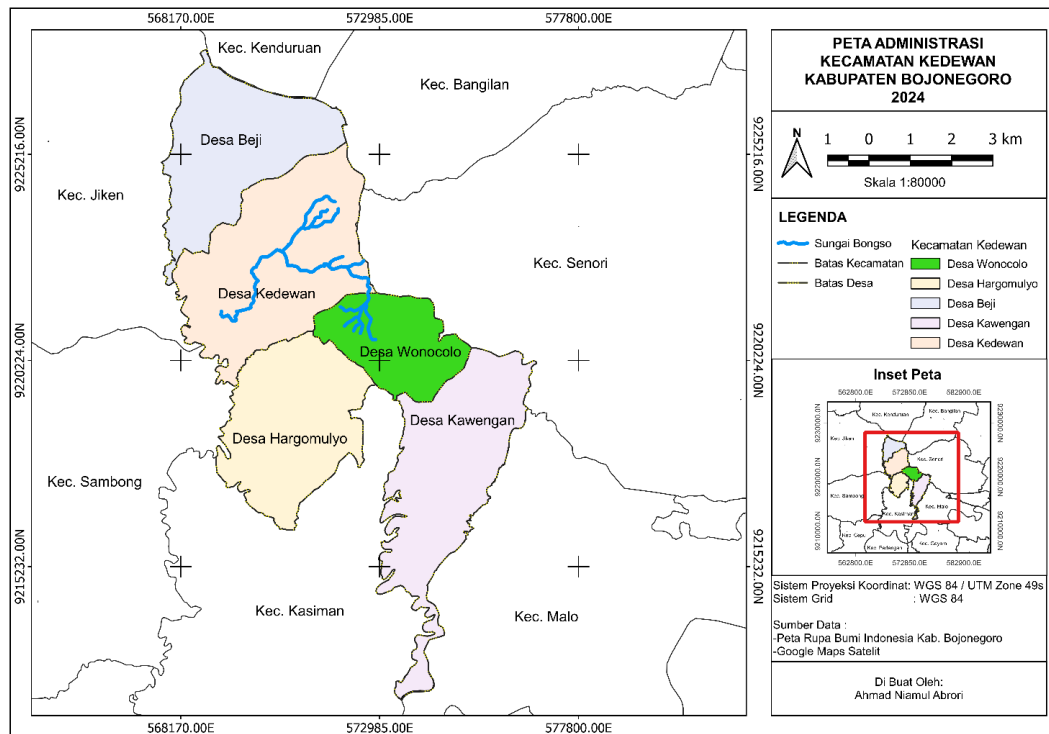
Lokasi penelitian yaitu di Sungai Bongso Desa Wonocolo Kecamatan Kedewan Kabupaten Bojonegoro sebagai badan air penerima limbah cair hasil pemisahan atau buangan dari kegiatan penambangan tradisional minyak bumi. Ditinjau dari letak geografis, desa wonocolo merupakan salah satu desa yang ada dikecamatan Kedewan. Desa Wonocolo terletak didataran tinggi atau pegunungan yang memiliki luas 140.002 Ha atau 11,37 Km², yang berjarak 5,5 Km dari ibu kota kecamatan yaitu Kedewan dan 58 Km dari ibu kota kabupaten/kota Bojonegoro, serta memiliki tanah sawah tadah hujan seluas 5 Ha dan tanah kering seluas 1133 Ha.

Adapun batas-batas wilayah desa Wonocolo disajikan pada **Tabel 3.1**:

Tabel 3.1 Batas Wilayah

Batas	Desa dan Kelurahan	Kecamatan
Sebelah Utara	Kaligede	Senoi-Tuban
Sebelah Selatan	Sekaran	Kasiman
Sebelah Timur	Kawengan	Kedewan
Sebelah Barat	Kedewan	Kedewan

Sumber: Daftar Isian Tingkat Potensi dan Tingkat Perkembangan Desa dan Kelurahan Wonocoo Tahun 2016



Gambar 3.1 Peta Kecamatan Kedewan

Sumber: Peta RBI, 2024

3.3 Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel

3.3.1 Populasi

Populasi pada penelitian ini adalah air Sungai Bongso pada kawasan tambang minyak tradisional Wonocolo.

3.3.2 Sampel

Pengambilan sampel air sungai dilakukan pada Sungai Bongso yang berada pada kawasan tambang minyak tradisional Wonocolo. Daerah tersebut dibagi menjadi 3 lokasi. lokasi 1 merupakan sumber alamiah yang berada pada hulu Sungai Bongso, lokasi 2 merupakan kawasan tambang minyak tradisional, lokasi 3 berada pada kawasan tengah hutan Wonocolo dan belum menerima aliran air dari cabang-cabang sungai lainnya. Oleh karena itu, maka titik sampel ditentukan berdasarkan perbedaan pembagian lokasi tersebut. Banyaknya titik sampel yang diambil berjumlah 7 stasiun yang tersebar dalam 3 lokasi, yaitu meliputi stasiun SB 1 pada lokasi sumber alamiah, staisun SB 2 pada lokasi sumber pencemaran, stasiun SB 3 pada lokasi sumber pencemaran, stasiun SB 4 pada lokasi sumber pencemaran,

stasiun SB 5 pada kawasan tengah hutan Wonocolo, stasiun SB 6 pada kawasan tengah hutan Wonocolo dan stasiun SB 7 pada kawasan tengah hutan Wonocolo dan belum menerima aliran air dari cabang-cabang sungai lainnya. Berikut merupakan titik koordinat pengambilan sampel air Sungai Bongso yang disajikan pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3.2 Tabel Titik Koordinat Pengambilan Sampel Air Sungai Bongso

No.	Stasiun	Koordinat		Deskripsi Lokasi
		X	Y	
1	SB 1	111.658977	-7.048871	Hulu Sungai Bongso
2	SB 2	111.657931	-7.041705	Tengah Sungai Bongso
3	SB 3	111.657913	-7.041458	Tengah Sungai Bongso
4	SB 4	111.658140	-7.040747	Tengah Sungai Bongso
5	SB 5	111.654114	-7.034040	Hilir Sungai Bongso
6	SB 6	111.653532	-7.033625	Hilir Sungai Bongso
7	SB 7	111.653044	-7.033453	Hilir Sungai Bongso

3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air di Sungai Bongso ini dilakukan sebanyak satu kali Pada musim penghujan. Pengambilan sampel air sungai mengacu pada Standar Nasional Indonesia 6989.57:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan. Metode *grab sampling* dipilih karena metode pengambilan sampelnya diambil secara langsung pada titik tertentu, dengan cara sampel diambil sebanyak 5 liter pada setiap stasiun. Lokasi pengambilan sampel air sungai ini dipilih karena

pemantauan kualitas air pada umumnya dilakukan pada sumber alamiah, sumber air tercemar sumber air yang dimanfaatkan.

Pengambilan sampel air sungai dilakukan pada 7 titik yang tersebar di Sungai Bongso. Sesuai dengan penjelasan yang tertera di atas maka titik-titik tersebut dipilih berdasarkan persebaran sumber-sumber airnya.

3.4 Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder.

1. Data primer

Data primer diperoleh dari observasi lapangan dan pengukuran kualitas air sungai. Observasi lapangan dilakukan untuk mengamati dan menganalisis kondisi wilayah penelitian yang meliputi aktivitas masyarakat dan aktivitas penambangan. Pengambilan sampel untuk pengukuran kualitas air sungai yang meliputi parameter fisika seperti Suhu, TDS dan TSS, parameter kimia seperti pH, DO, COD, Fenol, Nitrat dan Salinitas. Pengambilan sampel air sungai dilakukan di Sungai Bongso Desa Wonocolo, Kecamatan Kedewan, Kabupaten Bojonegoro, pengambilan sampel dilakukan secara *grab sample* (pengambilan sesaat) dan selanjutnya sampel air dibawa ke laboratorium PPSDM Migas Cepu untuk dianalisa.

2. Data Sekunder

Data sekunder, yaitu data yang didapat dari penelitian sebelumnya dan merupakan data terolah untuk menunjang dan mendukung laporan penelitian. Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari pedoman Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan lingkungan hidup dan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.

3.5 Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan pada penelitian ini, yaitu menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP). Metode Indeks Pencemaran adalah apabila L_{ij} menyatakan konsentrasi parameter kualitas air yang tercantum dalam baku mutu peruntukan air (J), dan C_i menyatakan konsentrasi parameter kualitas air (i) yang diperoleh dari suatu badan air, maka P_{ij} adalah Indeks Pencemaran bagi peruntukan (j) yang merupakan fungsi C_i/L_{ij} .

Penggunaan Metode IP oleh berbagai parameter kualitas air, maka pada penggunaannya dibutuhkan nilai rerata dari keseluruhan nilai C_i/L_{ij} sebagai tolak ukur pencemaran, tetapi nilai ini tidak akan bermakna jika salah satu nilai C_i/L_{ij} bernilai >1 , jadi indeks ini harus mencakup nilai C_i/L_{ij} yang maksimum. Sungai akan semakin tercemar untuk suatu peruntukan (j) jika nilai $(C_i/L_{ij})_R$ atau $(C_i/L_{ij})_M$ lebih besar dari 1,0. Jika nilai $(C_i/L_{ij})_M$ dan atau nilai $(C_i/L_{ij})_R$ makin besar, maka tingkat pencemaran suatu badan air akan semakin besar pula. Penentuan nilai Indeks Pencemaran dapat dilakukan dengan cara berikut (KepmenLH, 2003):

- a) Dipilih parameter yang akan digunakan, dengan syarat parameter yang akan digunakan tidak memiliki rentang nilai. Parameter tersebut dapat mengindikasikan kondisi yang baik jika nilainya rendah. Bila memiliki rentang, seperti pH, maka dilakukan perhitungan:

- Untuk $C_i < L_{ij}$ rata-rata

$$(C_i/L_{ij})_{baru} = \frac{[C_i - (L_{ij})_{rata-rata}]}{\{(L_{ij})_{minimum} - (L_{ij})_{rata-rata}\}}$$

- Untuk $C_i > L_{ij}$ rata-rata

$$(C_i/L_{ij})_{baru} = \frac{[C_i - (L_{ij})_{rata-rata}]}{\{(L_{ij})_{minimum} - (L_{ij})_{rata-rata}\}}$$

- b) Dihitung nilai konsentrasi parameter kualitas air hasil analisis (C_i) dibagi konsentrasi parameter kualitas air yang diantumkan (L_{ij}) dalam baku mutu air. Jika dua nilai (C_i/L_{ij}) berdekatan dengan nilai acuan 1,0; atau perbedaan sangat besar; hal ini menyebabkan kerusakan badan air sulit ditentukan. Untuk mengatasi hal tersebut:

- Jika nilai lebih kecil dari 1.0, nilai yang digunakan adalah nilai (Ci/Lij) hasil pengukuran.
 - Jika nilai lebih besar dari 1.0, nilai yang digunakan adalah nilai (Ci/Lij) Baru;
 $(Ci/Lij)_{baru} = 1,0 + p \text{ Log}(Ci/Lij)$ hasil pengukuran. P merupakan konstanta dan nilainya ditentukan bebas serta disesuaikan dengan hasil pengamatan lingkungan dan/atau persyaratan yang dikehendaki untuk peruntukan, umumnya nilai P yang digunakan adalah 5.
- c) Ditentukan nilai rata-rata (Ci/Lij)_R dan nilai maksimum (Ci/Lij)_M dari keseluruhan nilai (Ci/Lij).
- d) Ditentukan nilai indeks pencemaran menggunakan rumus:

Indeks Pencemaran (IP)

$$IP_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_M^2 + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_R^2}{2}}$$

Keterangan :

P_{ij} = Indeks Pencemar bagi peruntukan (j)

C_i = Konsentrasi parameter kualitas air hasil pengukuran

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

(Ci/Lij) max = nilai C_{ij}/L_{ij} Maksimum

(C_{ij}/L_{ij}) avg = nilai C_{ij}/L_{ij} rata-rata

Evaluasi terhadap nilai Indeks Pencemaran (IP) yaitu disajikan dalam **Tabel 3.3:**

Tabel 3.3 Status Mutu Air

Indeks Pencemaran (IP)	Mutu Perairan
$0 \leq P_{ij} \leq 1,0$	Memenuhi baku mutu (kondisi baik)
$1,0 < P_{ij} \leq 5,0$	Tercemar ringan
$5,0 < P_{ij} \leq 10$	Tercemar sedang
$P_{ij} \geq 10$	Tercemar berat

Sumber: Kepmen LH No. 115/2003

BAB IV BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN

4.1 Anggaran Biaya

Anggaran biaya disajikan dalam bentuk tabel dan terperinci dengan ketentuan masing-masing kebutuhan berikut:

- a. Biaya Gaji dan Upah Maksimal 20% dari total anggaran
- b. Biaya Bahan Habis Pakai dan Peralatan Maksimal Maksimal 40% dari total anggaran
- c. Biaya Perjalanan Maksimal 20% dari total anggaran
- d. Biaya lain-lain Maksimal 20% dari total anggaran

Tabel 4.1 Rencana Anggaran Biaya

No		Uraian Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
I		Gaji dan Upah	1	tim	Rp. 600.000,-	Rp. 1.200.000,-
II		Bahan habis pakai				
	2.1.	Kertas HVS A4	3	rim	Rp. 45.000,-	Rp. 135.000,-
	2.2.	Pulpen	1	Box	Rp. 15.000,-	Rp. 15.000,-
III		Perjalanan				
	3.1.	Transport Lokal	20	kali	Rp. 100.000,-	Rp. 2.000.000,-
IV		Luaran				
	4.1	Jilid Laporan	3	paket	Rp 75.000	Rp 150.000,-
Jumlah						Rp. 3.500.000,-

4.2 Jadwal Penelitian

Tabel 4.2 Jadwal Penelitian

Kegiatan	Bulan Ke-					
	1	2	3	4	5	6
Persiapan						
Penelitian pendahuluan						
Pembuatan proposal						

Pengumpulan data (Pelaksanaan Penelitian dan Pengujian Kualitas Air Sungai)						
Pengolahan data						
Analisis data						
Penyusunan laporan						
Evaluasi laporan						
Seminar dan revisi laporan						

TARGET LUARAN

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang tingkat pencemaran air Sungai Bongso yang disebabkan oleh aktivitas tambang minyak tradisional. Hal ini akan membantu pihak terkait, seperti pemerintah dan lembaga lingkungan, dalam merancang kebijakan dan tindakan mitigasi yang efektif. Serta target luaran yang diharapkan dalam penelitian ini yaitu berupa publikasi karya ilmiah yang akan dipublikasikan pada 1 jurnal nasional sinta 3 pada OJS *Advances in Tropical Biodiversity and Environmental Science* (ATBES) Universitas Udayana.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifiati, N., Hayat, F., Andriyani, & Ramayulis, R. (2023a). *Analisis Parameter Fisikokimia dan Bakteriologi Sungai Cikambuy Kabupaten Serang, Banten, Indonesia*. 19(1), 249–259.
- Arifiati, N., Hayat, F., Andriyani, & Ramayulis, R. (2023b). Analisis Parameter Fisikokimia dan Bakteriologi Sungai Cikambuy Kabupaten Serang, Banten, Indonesia. *Kedokteran Dan Kesehatan*, 19(1), 249–259. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/JKK>
- Atmaja, D. M. (2018). Analisis Kualitas Air Sumur Di Desa Candikuning Kecamatan Baturiti. *Media Komunikasi Geografi*, 19(2), 147. <https://doi.org/10.23887/mkg.v19i2.14644>
- Chrisnawati, L. S., Seta, A. K., & Husen, A. (2023). *Penentuan Status Mutu Air Sungai Jaeran di DAS Bekasi , Jawa Barat Dengan Metode Indeks Pencemaran Determining Water Quality Status of Jaeran River in Bekasi Watershed , West Java Using the Pollution Index Method*. 17(2), 113–123. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.59495/jklh.2023.17.2.113-123>
- Edward, M. S. T. dan. (2003). Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi (Total Suspended Solid) Di Perairan Raha, Sulawesi Tenggara. *MAKARA of Science Series*, 7(3), 109–119. <https://doi.org/10.7454/mss.v7i3.362>
- Fakhruzzaini, M., & Aprilianto, H. (2017). Sistem Otomatisasi Pengontrolan Volume Dan PH Air Pada Hidroponik. *JUTISI: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 6(1), 1335–1344.
- Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., Suwito, S., Maury, H. K., & Alianto, A. (2018a). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35. <https://doi.org/10.14710/jil.16.1.35-43>
- Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., Suwito, S., Maury, H. K., & Alianto, A. (2018b). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35–35. <https://doi.org/10.14710/jil.16.1.35-43>
- Hari Prabowo, B. (2019). *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah & Limbah Cair*. Manggu Makmur Tanjung Lestari.
- Hedar, Y. (2021). Analisis Air Sungai Penerima Air Limbah Penambangan Minyak Bumi secara Tradisional pada Sumur Tua di Desa Wonocolo Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi MigasZoom*, 3(2), 29–42. <https://doi.org/10.37525/mz/2021-2/279>
- Irawan, A. B., & Waisnawa, I. P. G. B. (2022). Kajian Kualitas Air Terproduksi Minyak Bumi dan Dampaknya Terhadap Pencemaran Air Sungai Dong Rupit Di Kawasan Sumur Tua Minyak Bumi Desa Wonocolo, Bojonegoro, Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Lingkungan Kebumihan*, 4(2), 42–52.
- Kustiyarningsih, E., & Irawanto, R. (2020). Pengukuran Total Dissolved Solid (TDS) Dalam Fitoremediasi Deterjen Dengan Tumbuhan *Sagittaria lancifolia*. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 7(1), 143–148. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2020.007.1.18>
- Mardhia, D., & Abdullah, V. (2018). Studi Analisis Kualitas Air Sungai Brangbiji

- Sumbawa Besar. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(2), 182–189.
<https://doi.org/10.29303/jbt.v18i2.860>
- Naumi, R. N., & Trilaksana, A. (2015). Pertambangan Minyak Tradisional Di Desa Wonocolo, Kecamatan Kedewan, Kabupaten Bojonegoro Tahun 1970-1987. *AVATARA, e-Journal Pendidikan Sejarah*, 3(1), 135–146.
- Novita, E., Firmansyah, J. W., & Pradana, H. A. (2023). Penentuan Indeks Kualitas Air Sungai Bedadung Kabupaten Jember Menggunakan Metode IP dan NSF-WQI. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(3), 495–502.
<https://doi.org/10.14710/jil.21.3.495-502>
- Rachmi, E., Nugrahalia, M., & Karim, A. (2016). Pemeriksaan Kualitas Air Sungai Sei Kera Medan Dengan Metode Spektrophotometri Examination of Water Quality Sei Kera Medan With Spectrophotometric Method. *Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*, 3(1), 44–55.
- Rahmawati, L. A., Afiati, N., & Putranto, T. T. (2021). River Water Quality Based on Macrozoobenthic Bioindicators in the Wonocolo Traditional Oil Mining Area. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(1), 29–35.
<https://doi.org/10.14710/jil.19.1.29-35>
- Rinawati, Hidayat, D., Suprianto, R., & Sari Dewi, P. (2016). Penentuan Kandungan Zat Padat (Total Dissolve Solid dan Total Suspended Solid) di Perairan Teluk Lampung. *Analytical and Environmental Chemistry*, 1(1), 36–46. <http://jurnal.fmipa.unila.ac.id/analit/article/view/1236/979>
- Sahabuddin, E. S. (2015). Filosofi Cemaran Air. In *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Sahabuddin, H., Harisuseno, D., & Yuliani, E. (2014). Analisa status mutu air dan daya tampung beban pencemaran sungai wanggu kota kendari. *Jurnal Teknik Pengairan*, 5(1), 19–28.
- Salmin. (2005). Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*, XXX(3), 21–26.
- Sugianti, Y., & Astuti, L. P. (2018). Respon Oksigen Terlarut Terhadap Pencemaran dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Sumber Daya Ikan di Sungai Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 203.
<https://doi.org/10.29122/jtl.v19i2.2488>
- Sukoasih, A., Widiyanto, T., & Suparmin. (2016). Hubungan Antara Suhu, pH dan Berbagai Variassi Jarak Dengan Kadar Timbal (Pb) Pada Badan Air Sungai Rompang dan Air Sumur Gali Industri Batik Sokaraja Tengah Tahun 2016. *Buletin Keslingmas*, 36(4), 360–368.
<https://doi.org/10.31983/keslingmas.v36i4.3115>
- Warlina, L. (2004). Pencemaran air : sumber, dampak dan penanggulangannya. *Makalah Pribadi*, 1–26. http://www.rudycet.com/PPS702-ipb/08234/lina_warlina.pdf
- Yogafanny, E. (2015). Pengaruh Aktifitas Warga di Sempadan Sungai terhadap Kualitas Air Sungai Winongo. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 7(1), 41–50. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol7.iss1.art3>
- Arifiati, N., Hayat, F., Andriyani, & Ramayulis, R. (2023a). *Analisis Parameter Fisikokimia dan Bakteriologi Sungai Cikambuy Kabupaten Serang, Banten*,

- Indonesia*. 19(1), 249–259.
- Arifiati, N., Hayat, F., Andriyani, & Ramayulis, R. (2023b). Analisis Parameter Fisikokimia dan Bakteriologi Sungai Cikambuy Kabupaten Serang, Banten, Indonesia. *Kedokteran Dan Kesehatan*, 19(1), 249–259. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/JKK>
- Atmaja, D. M. (2018). Analisis Kualitas Air Sumur Di Desa Candikuning Kecamatan Baturiti. *Media Komunikasi Geografi*, 19(2), 147. <https://doi.org/10.23887/mkg.v19i2.14644>
- Chrisnawati, L. S., Seta, A. K., & Husen, A. (2023). *Penentuan Status Mutu Air Sungai Jaeran di DAS Bekasi , Jawa Barat Dengan Metode Indeks Pencemaran Determining Water Quality Status of Jaeran River in Bekasi Watershed , West Java Using the Pollution Index Method*. 17(2), 113–123. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.59495/jklh.2023.17.2.113-123>
- Edward, M. S. T. dan. (2003). Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi (Total Suspended Solid) Di Perairan Raha, Sulawesi Tenggara. *MAKARA of Science Series*, 7(3), 109–119. <https://doi.org/10.7454/mss.v7i3.362>
- Fakhruzzaini, M., & Aprilianto, H. (2017). Sistem Otomatisasi Pengontrolan Volume Dan PH Air Pada Hidroponik. *JUTISI: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 6(1), 1335–1344.
- Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., Suwito, S., Maury, H. K., & Alianto, A. (2018a). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35. <https://doi.org/10.14710/jil.16.1.35-43>
- Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., Suwito, S., Maury, H. K., & Alianto, A. (2018b). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35–35. <https://doi.org/10.14710/jil.16.1.35-43>
- Hari Prabowo, B. (2019). *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah & Limbah Cair*. Manggu Makmur Tanjung Lestari.
- Hedar, Y. (2021). Analisis Air Sungai Penerima Air Limbah Penambangan Minyak Bumi secara Tradisional pada Sumur Tua di Desa Wonocolo Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi MigasZoom*, 3(2), 29–42. <https://doi.org/10.37525/mz/2021-2/279>
- Irawan, A. B., & Waisnawa, I. P. G. B. (2022). Kajian Kualitas Air Terproduksi Minyak Bumi dan Dampaknya Terhadap Pencemaran Air Sungai Dong Rupit Di Kawasan Sumur Tua Minyak Bumi Desa Wonocolo, Bojonegoro, Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Lingkungan Kebumihan*, 4(2), 42–52.
- Kustiyaningsih, E., & Irawanto, R. (2020). Pengukuran Total Dissolved Solid (TDS) Dalam Fitoremediasi Deterjen Dengan Tumbuhan *Sagittaria lancifolia*. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 7(1), 143–148. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2020.007.1.18>
- Mardhia, D., & Abdullah, V. (2018). Studi Analisis Kualitas Air Sungai Brangbiji Sumbawa Besar. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(2), 182–189. <https://doi.org/10.29303/jbt.v18i2.860>
- Naumi, R. N., & Trilaksana, A. (2015). Pertambangan Minyak Tradisional Di Desa Wonocolo, Kecamatan Kedewan, Kabupaten Bojonegoro Tahun 1970-1987.

- AVATARA, e-Journal Pendidikan Sejarah*, 3(1), 135–146.
- Novita, E., Firmansyah, J. W., & Pradana, H. A. (2023). Penentuan Indeks Kualitas Air Sungai Bedadung Kabupaten Jember Menggunakan Metode IP dan NSF-WQI. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(3), 495–502. <https://doi.org/10.14710/jil.21.3.495-502>
- Rachmi, E., Nugrahalia, M., & Karim, A. (2016). Pemeriksaan Kualitas Air Sungai Sei Kera Medan Dengan Metode Spektrophotometri Examination of Water Quality Sei Kera Medan With Spectrophotometric Method. *Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*, 3(1), 44–55.
- Rahmawati, L. A., Afati, N., & Putranto, T. T. (2021). River Water Quality Based on Macrozoobentic Bioindicators in the Wonocolo Traditional Oil Mining Area. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(1), 29–35. <https://doi.org/10.14710/jil.19.1.29-35>
- Rinawati, Hidayat, D., Suprianto, R., & Sari Dewi, P. (2016). Penentuan Kandungan Zat Padat (Total Dissolve Solid dan Total Suspended Solid) di Perairan Teluk Lampung. *Analytical and Environmental Chemistry*, 1(1), 36–46. <http://jurnal.fmipa.unila.ac.id/analit/article/view/1236/979>
- Sahabuddin, E. S. (2015). Filosofi Cemaran Air. In *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Sahabuddin, H., Harisuseno, D., & Yuliani, E. (2014). Analisa status mutu air dan daya tampung beban pencemaran sungai wanggu kota kendari. *Jurnal Teknik Pengairan*, 5(1), 19–28.
- Salmin. (2005). Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*, XXX(3), 21–26.
- Sugianti, Y., & Astuti, L. P. (2018). Respon Oksigen Terlarut Terhadap Pencemaran dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Sumber Daya Ikan di Sungai Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 203. <https://doi.org/10.29122/jtl.v19i2.2488>
- Sukoasih, A., Widiyanto, T., & Suparmin. (2016). Hubungan Antara Suhu, pH dan Berbagai Variassi Jarak Dengan Kadar Timbal (Pb) Pada Badan Air Sungai Rompok dan Air Sumur Gali Industri Batik Sokaraja Tengah Tahun 2016. *Buletin Keslingmas*, 36(4), 360–368. <https://doi.org/10.31983/keslingmas.v36i4.3115>
- Warlina, L. (2004). Pencemaran air : sumber, dampak dan penanggulangannya. *Makalah Pribadi*, 1–26. http://www.rudycet.com/PPS702-ipb/08234/lina_warlina.pdf
- Yogafanny, E. (2015). Pengaruh Aktifitas Warga di Sempadan Sungai terhadap Kualitas Air Sungai Winongo. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 7(1), 41–50. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol7.iss1.art3>