

SKRIPSI

**PEMETAAN INDEKS PENCEMARAN KUALITAS AIR
SUMUR BOR DI PULAU LAE-LAE BERDASARKAN
PARAMETER FISIKA DAN KIMIA**

ASTISA ANGGI LIANI

K011181527



*Skripsi Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat*

**DEPARTEMEN KESEHATAN LINGKUNGAN
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PEMETAAN INDEKS PENCEMARAN KUALITAS AIR
SUMUR BOR DI PULAU LAE-LAE BERDASARKAN
PARAMETER FISIKA DAN KIMIA**

Disusun dan diajukan oleh

**ASTISA ANGGI LIANI
K011181527**

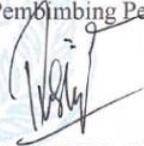
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin
pada tanggal 30 November 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel., M.Kes
Nip. 19790626 200212 1 002


Ruslan, SKM., MPH
Nip. 19820803 200812 1 003

Ketua Program Studi,



Dr. Suriah, SKM, M.Kes
Nip. 197405202002122001

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah di pertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar pada hari Rabu Tanggal 30 November 2022.

Ketua : **Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel., M.Kes** (.....)

Sekretaris : **Ruslan, SKM., MPH** (.....)

Anggota :

1. **Muh. Fajaruddin Natsir, SKM.,M.Kes** (.....)

2. **Prof. Dr. dr. Syamsiar S Russeng, MS** (.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Astisa Anggi Liani
Nim : K011181527
Fakultas : Kesehatan Masyarakat
No.Hp : 085396799349
E-mail : astisa.anggiliani@gmail.com

Dengan ini menyatakan bahwa judul skripsi **“PEMETAAN INDEKS PENCEMARAN KUALITAS AIR SUMUR BOR DI PULAU LAE-LAE BERDASARKAN PARAMETER FISIKA DAN KIMIA”** benar bebas dari plagiat dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia disanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 05 Desember 2022



Astisa Anggi Liani

RINGKASAN

Universitas Hasanuddin
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Kesehatan Lingkungan

Astisa Anggi Liani

**“Pemetaan Indeks Pencemaran Kualitas Air Sumur Bor Pulau Lae-Lae berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia”
(xvii + 101 Halaman, 3 Tabel, 25 Gambar, 7 Lampiran)**

Pencemaran terhadap lingkungan dapat terjadi di mana saja dengan laju yang sangat cepat dan pencemaran yang meningkat akibat limbah industri dari berbagai bahan kimia. Pencemaran lingkungan yang disebabkan bahan pencemar ini dapat menimbulkan gangguan terhadap kesehatan bahkan dapat berdampak terhadap jiwa manusia. Pulau Lae-Lae merupakan salah satu pulau dalam gugusan pulau Sulawesi Selatan yang secara administratif termasuk ke dalam wilayah pesisir Kota Makassar dengan luas daratan pulau 8,9. Sumber air minum warga Pulau Lae-Lae menggunakan sumur bor atau sumur gali untuk mandi dan mencuci serta beberapa masyarakat digunakan untuk kebutuhan air minum. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air sumur bor dengan metode indeks pencemaran air dan sebaran pencemarannya di Pulau Lae-Lae.

Jenis penelitian yang digunakan adalah observasional deskriptif. *Unit Sampling Primer* dalam penelitian ini adalah grid berukuran 160 x 160 meter yang berjumlah 6 grid terhadap peta Pulau Lae-Lae sebagai perwakilan titik intrusi air laut sehingga ditentukan 4 titik yang memenuhi kriteria yang ditentukan. Pengolahan dan analisis data dilakukan secara statistik deskriptif dan data disajikan dalam bentuk peta menggunakan Arcgis 10.8 dan tabel.

Parameter yang melampaui atau tidak sesuai dengan baku mutu yaitu TDS, BOD, COD, Klorida (Cl) dan Kesadahan. Status mutu air Pulau Lae-Lae berdasarkan metode indeks pencemaran tergolong dalam kategori cemar ringan ($1,0 < IP \leq 5,0$) pada semua titik lokasi sampling. Perlunya dilakukan pengontrolan dan pemantauan kualitas sumur bor Pulau Lae-Lae. Pemantauan harus terus menerus dilakukan agar air bersih/baku Pulau Lae-Lae tidak mengalami pencemaran. Perlu adanya pengembangan penelitian lanjutan dalam melakukan perhitungan indeks pencemaran dengan pembobotan pada masing-masing parameter kualitas air yang dikaji.

Kata Kunci : Air Bersih, Indeks Pencemaran, Pesisir

Daftar Pustaka: 76 (2004 - 2021)

SUMMARY

**Hasanuddin University
Faculty of Public Health
Environmental Health**

Astisa Anggi Liani

**“Mapping the Water Quality Pollution Index of Lae-Lae Island Boring Wells based on Physical and Chemical Parameters”
(xvii + 101 Pages, 3 Tables, 25 Figures, 7 Attachments)**

Pollution of the environment can occur anywhere at a very fast rate and pollution is increasing due to industrial waste from various chemicals. Environmental pollution caused by these pollutants can cause health problems and even affect the human soul. Lae-Lae Island is one of the islands in the South Sulawesi island group which is administratively included in the coastal area of Makassar City with an island land area of 8.9. The source of drinking water for the residents of Lae-Lae Island uses drilled wells or dug wells for bathing and washing and some people use it for drinking water needs. This study aims to determine the water quality of boreholes using the water pollution index method and the distribution of pollution on Lae-Lae Island.

The type of research used is descriptive observational. The Primary Sampling Unit in this study is a grid measuring 160 x 160 meters which consists of 6 grids on the Lae-Lae Island map as a representative of seawater intrusion points so that 4 points are determined that meet the specified criteria. Data processing and analysis were carried out by descriptive statistics and the data were presented in the form of maps and tables.

Parameters that exceed or are not in accordance with quality standards are TDS, BOD, COD, Chloride (Cl) and Hardness. The water quality status of Lae-Lae Island based on the pollution index method is classified as lightly polluted ($1.0 < IP < 5.0$) at all sampling locations. It is necessary to control and monitor the quality of drilled wells on Lae-Lae Island. Monitoring must be carried out continuously so that the clean/raw water of Lae-Lae Island is not polluted. It is necessary to develop further research in calculating the pollution index by weighting each of the water quality parameters being studied.

Keywords : Clean Water, Pollution Index, Coastal

References: 76 (2004 - 2021)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji bagi Allah *Shubahanahu Wa Ta'ala*, karena berkat rahmat dan ridha-Nya sehingga tugas akhir (skripsi) penulis dapat terselesaikan. Shalawat serta salam tidak lupa dihaturkan kepada Baginda Rasulullah *Shallallahu 'Alaihi Wa Sallam* yang merupakan sebaik-baiknya suri tauladan bagi umat manusia.

Alhamdulillah dengan segala usaha dan kerja keras serta dukungan dan doa dari keluarga, kerabat, dan seluruh pihak yang telah berpartisipasi sehingga skripsi yang berjudul **“Pemetaan Indeks Pencemaran Kualitas Air Sumur Bor di Pulau Lae-Lae berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia”** dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat. Penulis dedikasikan skripsi ini kepada kedua orang tua tercinta (**Prof. Dr. H. Ramli Umar, M.Si.** dan **Hj. Nirmaladewi S.Pd., M.Pd.**) yang selama ini telah memberikan semangat dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Kasih sayang orang tua tidak pernah tergantikan sampai akhir hayat, semoga ayah dan mama bangga dengan pencapaian ini. Penulis juga persembahkan skripsi ini kepada Kakak Ipar, Keponakan, Saudari Kandung dan Saudara-saudara Kandung penulis (**Muh. Rais Abidin, Almahira Adina Rais, Ahyani Mirah Liani, Aldias Agung Liawi, dan Alfian Patrija Liawi**) yang telah memberikan semangat selama pengerjaan skripsi.

Pengerjaan skripsi ini tentunya penulis mendapat bantuan, semangat, doa serta motivasi, sehingga penulis dapat melewati hambatan dan tantangan tersebut

dengan mudah. Dengan rohmat dan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan rasa terima kasi yang tulus kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Prof. Sukri Palutturi, SKM.,M.Sc.PhD selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
3. Ibu Dr. Ernawati Ibrahim, S.KM.,M.Kes selaku Ketua Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel., M.Kes. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Ruslan SKM., MPH selaku pembimbing II yang telah membimbing dan meluangkan waktu ditengah kesibukannya demi terselesaikannya skripsi ini.
5. Bapak Muh. Fajaruddin Natsir SKM., M.Kes selaku penguji dari Departemen Kesehatan Lingkungan juga selaku pembimbing akademik yang telah memberikan nasehat, motivasi, serta dukungan selama mengenyam pendidikan dunia perkuliahan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin
6. Ibu Prof. Dr. dr. Syamsiar S. Russeng, MS. selaku penguji dari Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja yang telah memberikan saran dan kritik serta arahan perbaikan dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin yang telah mengajarkan berbagai hal dan pengalaman berharga yang berhubungan dengan ilmu kesehatan masyarakat selama mengikuti perkuliahan.

8. Seluruh staf dan pegawai di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin yang telah membantu dalam pengurusan dalam pelaksanaan perkuliahan baik secara langsung maupun tidak langsung. Ibu Tika selaku Staf Departemen Kesehatan Lingkungan banyak membantu dan memfasilitasi untuk kelancaran perkuliahan dan kemudahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Sobat Siti Chaerani Fatimah Apdin yang selalu mendampingi hingga mendengar keluh kesah selama menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman Main Yuk (Shaqila Adelia dan Shafira Sekar Ayu) yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama menyelesaikan skripsi ini.
11. Teman-teman BST (Musda, Dinda, Kania, Cici, Kiyu, Uppi, Ika, Ana, Lia, Desi, Ulfa, Nufit, Hikma, Pitti, Rifdah, Ani, dan Incess) yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
12. Teman-teman BELAJAR YUK (Cici, Kiyu, Dinda, Mba Ran, Musda, Jihan, Intan, Yuan, Ulfa, Fia, Hezty, Nadiya, Miftah dan Ken) yang telah membantu dan bisa diajak kerjasama dalam proses perkuliahan di Departemen Kesehatan Lingkungan FKM Unhas.
13. Teman-teman mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin angkatan 2018, terkhusus Departemen Kesehatan Lingkungan angkatan 2018 yang telah kebersamai serta membantu dalam proses perkuliahan.
14. Teman-teman Posko 23 PBL di Kelurahan Maloku Kecamatan Ujung Pandang Kota Makassar (Mba ran, Melan, Citra, Nilda, Tenri dan Puput) yang

memberikan pengalaman sangat berharga dan sulit untuk dilupakan dalam mengabdikan kepada masyarakat di tengah-tengah pandemi Covid-19.

15. Teman-teman Magang KKP gelombang 2 yang telah kebersamai dalam menimba ilmu-ilmu Kesling di Pelabuhan dan Bandara. Dan terkhusus saudara ambyarku Miftul dan Mba ranios yang selalu kebersamai dalam makan pangsit dan minum yotta.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik pembaca yang bersimpati pada skripsi ini untuk penyempurnaannya. Akhir kata, tiada kata yang patut penulis ucapkan selain doa semoga Allah Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan ridho dan berkah-Nya atas amalan kita di dunia dan di akhirat. Aamiin.

Makassar, 2 November 2022

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL	
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Tinjauan Umum tentang Pencemaran Air.....	8
B. Tinjauan Umum tentang Metode Indeks Pencemaran (IP).....	10
C. Tinjauan Umum tentang Air Sumur Bor	15
D. Tinjauan Umum tentang Parameter yang Diteliti	18
1. TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>)	18
2. pH (<i>Power of hydrogen</i>).....	19
3. DO (<i>Dissolved Oxygen</i>)	21
4. BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>)	23
5. COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>).....	25
6. Klorida (Cl)	26
7. Besi (Fe)	27

8. Kesadahan	27
E. Tinjauan Umum tentang Sistem Informasi Geografis (SIG)	28
F. Kerangka Teori	31
BAB III KERANGKA KONSEP	32
A. Dasar Pemikiran Variabel Penelitian	32
B. Kerangka Konsep Penelitian.....	34
C. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif.....	35
BAB IV METODE PENELITIAN	38
A. Jenis Penelitian.....	38
B. Waktu dan Tempat Penelitian	38
C. Populasi dan Sampel Penelitian	39
D. Pengambilan Sampel.....	40
E. Pengumpulan Data	42
F. Instrumen Penelitian	42
G. Pengolahan dan Analisis Data	43
H. Penyajian Data	44
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	45
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	45
B. Hasil Penelitian	49
C. Pembahasan.....	76
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	100
A. Kesimpulan	100
B. Saran	101
DAFTAR PUSTAKA	102

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif.....	35
Tabel 5. 1 Hasil Pengukuran Kualitas Air Bersih Pulau Lae-Lae.....	50
Tabel 5.2 Hasil Analisis Data dengan Metode Indeks Pencemaran.....	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pernyataan Indeks untuk suatu Peruntukan (j).....	11
Gambar 2.2 Kerangka Teori.....	31
Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian.....	34
Gambar 4.1 Lokasi Penelitian.....	39
Gambar 4.2 Cara Pengambilan Contoh Kualitas Air	40
Gambar 4.3 Botol Plastik 1000 ml untuk Mengambil Sampel Air Baku.....	41
Gambar 5.1 Peta lokasi sampling.....	46
Gambar 5.2 Pengambilan sampel.....	48
Gambar 5.3 Hasil Uji TDS Air Bersih Pulau Lae-Lae.....	50
Gambar 5.4 Peta Sebaran TDS Air Bersih Pulau Lae-Lae	51
Gambar 5.5 Hasil Uji pH Air Bersih Pulau Lae-Lae	52
Gambar 5.6 Peta Sebaran pH Air Bersih Pulau Lae-Lae	52
Gambar 5.7 Hasil Uji DO Air Bersih Pulau Lae-Lae	53
Gambar 5.8 Peta Sebaran DO Air Bersih Pulau Lae-Lae	54
Gambar 5.9 Hasil Uji BOD Air Bersih Pulau Lae-Lae.....	55
Gambar 5.10 Peta Sebaran BOD Air Bersih Pulau Lae-Lae	55
Gambar 5.11 Hasil Uji COD Air Bersih Pulau Lae-Lae.....	56
Gambar 5.12 Peta Sebaran COD Air Bersih Pulau Lae-Lae	57
Gambar 5.13 Hasil Uji Klorida (Cl) Air	58
Gambar 5.14 Peta Sebaran Klorida (Cl) Air Bersih Pulau Lae-Lae	58
Gambar 5.15 Hasil Uji Besi (Fe) Air	59
Gambar 5.16 Peta Sebaran Besi (Fe) Air Bersih Pulau Lae-Lae	60

Gambar 5.17 Hasil Uji Kesadahan Air	61
Gambar 5.18 Peta Sebaran Kesadahan Air Bersih Pulau Lae-Lae	61
Gambar 5 19 Peta Sebaran Status Mutu Air berdasarkan Metode.....	75

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Surat Permohonan Penelitian
- Lampiran 2 Surat Izin Pemeriksaan Sampel
- Lampiran 3 Surat Izin Penelitian dari PTSP
- Lampiran 4 Hasil Uji Laboratorium Sampel
- Lampiran 5 Tahapan Metode IDW Interpolasi
- Lampiran 6 Dokumentasi Penelitian
- Lampiran 7 Riwayat Hidup

DAFTAR SINGKATAN

UNICEF	= <i>United Nations Children's Fund</i>
WASH	= <i>Water, Sanitation and Hygiene</i>
RPJMN	= Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional
BPS	= Badan Pusat Statistik
PDAM	= Pusat Daerah Air Minum
IP	= Indeks Pencemaran
PI	= <i>Pollution Index</i>
IR	= Indeks Rata-rata
IM	= Indeks Maksimum
TDS	= <i>Total Dissolved Solid</i>
pH	= <i>Power of Hydrogen</i>
DO	= <i>Dissolved Oxygen</i>
AOU	= <i>Apparent Oxygen Utilization</i>
BOD	= <i>Biological Oxygen Demand</i>
ppm	= <i>part per million</i>
COD	= <i>Chemical Oxygen Demand</i>
SIG	= Sistem Informasi Geografis
GIS	= <i>Geographic Information System</i>
IKA	= Indeks Kualitas Air
BBLK	= Balai Besar Laboratorium Kesehatan
SNI	= Standar Nasional Indonesia
IMLP	= Indeks Mutu Lingkungan Perairan
GPS	= <i>Global Positioning System</i>

SSA = *Spektrofotometri Serapan Atom*
EDTA = *Etilen Diamin Tetra Asetat*
EBT = *Eriochrome Black T*
IDW = *Inverse Distance Weighted*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Air merupakan dasar dari semua aktivitas biologis dan manusia. Air dianggap sebagai sumber daya alam yang tidak terbatas jumlahnya dan akan selalu ada setiap saat. Kenyataannya, air merupakan sumber daya alam yang terbatas ketersediaannya karena mempunyai siklus tata air yang relatif tetap. Ketersediaan air di muka bumi pada dasarnya tidak pernah bertambah dan tidak tersebar secara merata. Pada abad ke-21, pentingnya air dan pencemaran air semakin hari semakin meningkat seiring dengan perkembangan teknologi dan industri, urbanisasi yang tidak teratur, peningkatan penggunaan sumber daya air seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk (Baki *dkk.*, 2019) (Afiatun, Wahyuni dan Hamdan, 2018).

Masalah keterbatasan sumber daya air di beberapa daerah telah menimbulkan berbagai masalah yang serius bagi kesehatan penduduk yang bermukim di daerah tersebut, sehingga ketersediaan dan pengelolaan air menjadi sangat penting untuk mendukung kehidupan masyarakat. Pengelolaan air bersih baik kualitas maupun kuantitinya akan mempengaruhi kualitas hidup penduduk sehingga pemenuhan kebutuhan akan air bersih pada pemukiman menjadi sebuah hak masyarakat yang harus dipenuhi secara adil. Pengolahan air perlu dilakukan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan air bersih (Yanti Dewi dan Harudu, 2019).

United Nations Children's Fund (UNICEF) tahun 2016 menyatakan cakupan pasokan air tersebar tidak merata, kualitas air yang tidak terjamin, serta kelangkaan air merupakan masalah yang berkembang dan keberlanjutan yang terus menjadi tantangan ke depannya. Kelompok rentan yakni masyarakat terpencil, rumah tangga miskin, penyandang disabilitas, dan khususnya perempuan dan anak perempuan menanggung beban layanan *Water, sanitation dan hygiene* (WASH) yang tidak memadai (UNICEF, 2016). Laporan Pembangunan Air Dunia tahun 2019 mencatat bahwa sekitar 4 miliar orang yang mewakili hampir dua pertiga populasi dunia sedang mengalami kelangkaan atau krisis air bersih. Kelangkaan air secara fisik terjadi pada saat sumber air pada daerah tertentu tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan air (Khanna, 2020).

Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020 - 2024 mencatat bahwa pencapaian kinerja akses pelayanan air bersih secara nasional yang masih belum cukup memuaskan pada periode pembangunan sebelumnya. Tersedianya akses air minum yang layak dan aman masih perlu terus dioptimalkan. Beragam tantangan dalam penyediaan akses air minum diantaranya masih lemahnya tata kelola dan kelembagaan serta masih terbatasnya komitmen dan kapasitas pemerintah daerah. Pada tahun 2018, akses air minum layak di Indonesia sudah mencapai 87,75% dari populasi, namun yang menikmati akses perpipaan baru sekitar 20,14% (Purwanto, 2020).

Badan Pusat Statistik (BPS) di Kota Makassar menyatakan bahwa penduduk di Kota Makassar pada tahun 2017 sebanyak 1.489.011 jiwa yang

mayoritasnya memilih menggunakan sumur tak terlindung sebanyak 0,01% dan air sumur terlindung sebanyak 0,62%, air ledeng (PDAM) sebanyak 35,53%, sisanya menggunakan air dalam kemasan atau air isi ulang sebanyak 61,34% dan sumur bor atau pompa sebanyak 2,47%. Hal ini berarti kebutuhan penduduk terhadap air bersih dan air minum layak adalah kebutuhan yang sangat krusial (Gunawan *dkk.*, 2018).

Kota Makassar merupakan salah satu kota yang memiliki garis pantai yang cukup panjang di Indonesia. Luas wilayah Kota Makassar kurang lebih 175,77 km² dengan jumlah penduduk pada tahun 2017 yaitu 1.489.011 jiwa yang merupakan salah satu kota di Indonesia yang memiliki jumlah penduduk padat dan masuk dalam kategori kota metropolitan dengan memiliki 11 pulau kecil. Kota Makassar sangat mengandalkan kegiatan ekonominya melalui transportasi laut (Dinas Pekerjaan Umum (PU) Kota Makassar, 2019).

Pulau Lae-Lae merupakan salah satu pulau dalam gugusan pulau atau kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan. Secara administratif termasuk ke dalam wilayah Kota Makassar, Kecamatan Ujung Pdanang, Kelurahan Laelae, dengan luas daratan pulau 8,9 Hektar. Warga Pulau Lae-lae sebagian besar bermatapencaharian sebagai nelayan. Jumlah penduduk tahun 2021 sebanyak 1898 jiwa. Pulau Lae-Lae merupakan pulau yang diduga sudah banyak mendapat pengaruh dari aktivitas manusia berupa buangan air limbah pencemar karena memiliki jarak yang paling dekat dari daratan utama Pulau Sulawesi (Irhamiah, Birawida dan Manyullei, 2014).

Pencemaran air dalam PP No. 20 Tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air di definisikan sebagai masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas dari air tersebut turun hingga batas tertentu yang menyebabkan air tidak berguna lagi sesuai dengan peruntukannya (Peraturan Pemerintah, 1990). Pencemar air dapat menentukan indikator yang terjadi pada air lingkungan. Pencemar air dikelompokkan menjadi bahan buangan organik (sisa-sisa makanan), bahan buangan anorganik (plastik, gelas, kaleng) serta bahan buangan zat kimia (detergen, batu batere) juga berperan besar dalam pencemaran air, baik air di permukaan maupun air tanah (Harmayani dan Konsukartha, 2007).

Penggunaan air yang tidak memenuhi standar dapat mengakibatkan gangguan kesehatan yakni penyakit menular maupun penyakit tidak menular. Penyakit-penyakit tersebut dapat menyerang manusia yang penularan dan penyebarannya melalui air (Wahyuni, 2017). Hal tersebut menjadi permasalahan yang harus mendapatkan perhatian utama, terutama kualitas air untuk air minum. Terdapat beberapa penyakit yang umumnya menyerang masyarakat Pulau Lae-Lae akibat pencemaran air diantaranya ascariasis, diare, dermatitis, dan alergi. Melihat kebutuhan masyarakat pada air bersih dan bahaya pencemar air terhadap kesehatan manusia, maka diperlukan upaya pemantauan secara terus-menerus.

Penelitian yang dilakukan oleh Maria Ulfa, dkk. (2021) tentang kualitas air tanah di kawasan pesisir Desa Labuhan Kertasari dan diambil 40 titik lokasi

sampel yang merupakan air sumur yang aktif digunakan warga. Analisis kualitas air dilakukan dengan mengukur nilai parameter fisika dan kimia yang meliputi pH, TDS, dan DO. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 7,5% yang termasuk kelas I, sesuai dengan baku mutu air yang ditetapkan, yaitu pada SW25, SW26 dan SW28 dengan nilai TDS berturut-turut: 893 mg/L; 836 mg/L; 904 mg/L, nilai pH berturut-turut: 7,36; 7,25; 7,76 dan nilai DO berturut-turut: 7,2; 6,9; 7,4. Berdasarkan parameter pH dan DO dapat digolongkan kedalam kualitas air kelas I, kelas II, kelas III (Maria Ulfa, Hilmi dan Rabiatul Adawiah, 2021).

Hasil pengukuran kesadahan yang dilakukan oleh Palippui, H. (2019) pada tujuh kecamatan dengan jumlah sampel sebanyak 23 sumur bor, kesadahan paling rendah 49 mg/l dan paling tinggi 1509,2 mg/l. Kualitas air tersebut tidak sesuai dengan standar baku mutu dalam Permenkes RI Nomor 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan hygiene sanitasi sebesar 500 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa air sumur tidak layak digunakan sebagai sumber air baku untuk air minum (Palippui, 2019).

Konsekuensi dari pencemaran lingkungan yakni zat berbahaya diangkut melalui air ke wilayah yang jaraknya ratusan kilometer. Air yang tercemar ini menyebabkan pencemaran dengan mengganggu air dan sumber air lainnya yang pada akhirnya membatasi wilayah hidup di lingkungan perairan. Keberadaan zat berbahaya inilah menjadi suatu hal yang sangat penting dalam hal penentuan kualitas air bersih. Kualitas air yang tercemar memiliki peran

yang besar dalam penularan berbagai penyakit karena apabila air yang sudah tercemar dan air tersebut digunakan oleh manusia maka dapat mengakibatkan gangguan pada kesehatan dalam jangka pendek dapat menyebabkan muntaber, diare, kolera, tipus, atau disentri.

Pentingnya untuk melakukan pemantauan kualitas air bersih agar pemanfaatannya dapat dioptimalkan, khususnya dalam memenuhi kebutuhan air bersih di Pulau Lae-Lae yang dimana belum pernah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dilakukan **“Pemetaan Indeks Pencemaran Kualitas Air Sumur Bor di Pulau Lae-Lae berdasarkan Parameter Fisik dan Kimia”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu “Apakah kualitas air sumur memenuhi standar mutu atau tidak dengan menggunakan metode indeks pencemaran dan sebaran pencemaran air sumur bor di Pulau Lae-Lae?”

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui kualitas air sumur bor dengan metode indeks pencemaran air dan sebaran pencemarannya di Pulau Lae-Lae.

2. Tujuan Khusus

- a. Untuk mengetahui kandungan TDS, pH, DO, BOD, COD, Klorida (Cl), Besi (Fe), dan Kesadahan pada air sumur bor di Pulau Lae-Lae.

- b. Untuk mengetahui sebaran kandungan TDS, pH, DO, BOD, COD, Klorida (Cl), Besi (Fe), dan Kesadahan pada air sumur bor di Pulau Lae-Lae.
- c. Untuk mengetahui status mutu air sumur bor dan sebarannya di Pulau Lae-Lae berdasarkan indeks pencemaran air.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Ilmiah

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber referensi khususnya mengenai kualitas air sumur dan indeks pencemaran serta sebarannya berdasarkan parameter TDS, pH, DO, BOD, COD, Klorida (Cl), Besi (Fe), dan Kesadahan pada air sumur di Pulau Lae-Lae.

2. Manfaat bagi Institusi

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi yang berguna untuk pihak institusi yang bersangkutan dan dapat menjadi referensi ilmiah dalam upaya peningkatan status kesehatan masyarakat.

3. Manfaat bagi Peneliti

Penelitian ini dapat menambah dan memperluas wawasan serta keterampilan peneliti sehingga dapat mengaplikasikan ilmu dan teori yang telah diperoleh di bangku perkuliahan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum tentang Pencemaran Air

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan hidup, pencemaran adalah masuknya atau dimasukkannya ke dalam makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam lingkungan oleh kegiatan manusia atau proses alam sehingga kualitas turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan kurang atau tidak menjadi dapat bekerja lagi sesuai dengan peruntukannya. Pencemaran terhadap lingkungan dapat terjadi di mana saja dengan laju yang sangat cepat dan pencemaran yang meningkat akibat limbah industri dari berbagai bahan kimia termasuk logam berat. Pencemaran lingkungan yang disebabkan bahan pencemar ini dapat menimbulkan gangguan terhadap kesehatan bahkan dapat berdampak terhadap jiwa manusia (PP RI No. 82, 2021).

Bahan pencemaran ada yang mudah terurai menjadi tingkat yang tidak berbahaya di dalam air melalui proses dekomposisi oleh organisme dekomposer maupun proses alam, tetapi ada pula bahan pencemar yang sulit terdekomposisi, dan bahkan terakumulasi di dalam jaringan berbagai organisme akuatik. Bahan pencemar air dapat diklasifikasikan ke dalam (Harmayani dan Konsukartha, 2007):

1. Bahan organik

Bahan pencemar yang dapat terdegradasi (*degradable*) secara cepat (*nonpersistent*) dapat terurai dengan cepat melalui proses kimia secara alami, sepanjang bahan pencemar tersebut tidak terlampaui banyak (*overload*) terdapat dalam sistem, misalnya limbah domestik dan nutrisi tumbuhan. Secara normal bahan pencemar ini dapat terdegradasi ke dalam bentuk yang tidak membahayakan, namun terkadang bahan tersebut dapat juga berubah ke dalam bentuk yang lebih berbahaya.

2. Bahan anorganik

Bahan pencemar yang *nondegradable* yakni tidak dapat terurai oleh proses purifikasi (permurnian) alami. Apabila bahan buangan anorganik ini masuk ke air lingkungan akan terjadi peningkatan jumlah ion logam di dalam air, sehingga hal ini dapat mengakibatkan air bersifat sadah karena mengandung ion kalsium dan ion magnesium. Yang termasuk bahan pencemar ini adalah beberapa logam seperti timbal, arsen, dan air raksa.

3. Bahan Zat Kimia

Bahan pencemar zat kimia sangat beragam seperti bahan pencemar air yang berupa sabun, bahan pemberantas hama, zat warna kimia, larutan penyamak kulit dan zat radioaktif. Zat kimia ini di air lingkungan merupakan racun yang mengganggu dan dapat mematikan hewan air, tanaman air dan manusia.

Untuk mencegah adanya penyakit yang timbul oleh pencemaran air maka kualitas badan air harus dijaga sesuai dengan baku mutu air. Menurut

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomer 82 tahun 2001, baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi tau komponen yang ada atau unsur pencemar yang di tenggang keberadaannya di air.

B. Tinjauan Umum tentang Metode Indeks Pencemaran (IP)

Indeks ini dinyatakan sebagai Indeks Pencemaran (*Pollution Index*) yang digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. Sebagai metode berbasis indeks, metode IP dibangun berdasarkan dua indeks kualitas. Yang pertama adalah indeks rata-rata (IR) menunjukkan tingkat pencemaran rata-rata dari seluruh parameter dalam satu kali pengamatan. Yang kedua adalah indeks maksimum (IM) yang menunjukkan satu jenis parameter yang dominan menyebabkan penurunan kualitas air pada satu kali pengamatan (Romdania *dkk.*, 2018).

Penentuan Status Air dengan Metode Indeks Pencemaran berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air sebagai berikut.

- L_{ij} menyatakan konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam Baku Peruntukan Air (j), dan C_i menyatakan konsentrasi parameter kualitas air (i) yang diperoleh dari hasil analisis sampel air pada suatu lokasi pengambilan sampel, maka PI_j adalah Indeks Pencemaran bagi peruntukan (j) yang merupakan fungsi dari C_i/L_{ij} .

$$PI_j = (C_1/L_{1j}, C_2/L_{2j}, \dots, C_i/L_{ij}) \dots \dots \dots (2.1)$$

- Tiap nilai C_i/L_{ij} menunjukkan pencemaran relatif yang diakibatkan oleh parameter kualitas air. Bagian ini tidak mempunyai satuan. Nilai $C_i/L_{ij} =$

1,0 adalah nilai yang kritis, karena nilai ini diharapkan untuk dipenuhi bagi suatu Baku Mutu Peruntukan Air. Jika $C_i/L_{ij} > 1,0$ untuk suatu parameter, maka konsentrasi parameter ini harus dikurangi atau disisihkan, kalau badan air digunakan untuk peruntukan (j). Jika parameter ini adalah parameter yang bermakna bagi peruntukan, maka pengolahan mutlak harus dilakukan bagi air itu.

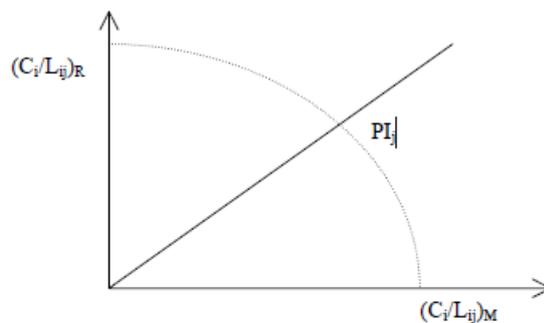
- Pada model IP digunakan berbagai parameter kualitas air, maka pada penggunaannya dibutuhkan nilai rata-rata dari keseluruhan nilai C_i/L_{ij} sebagai tolok-ukur pencemaran, tetapi nilai ini tidak akan bermakna jika salah satu nilai C_i/L_{ij} bernilai lebih besar dari 1. Jadi indeks ini harus mencakup nilai C_i/L_{ij} yang maksimum.

$$PI_j = \{(C_i/L_{ij})_R, (C_i/L_{ij})_M\} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan $(C_i/L_{ij})_R$: nilai C_i/L_{ij} rata-rata

$(C_i/L_{ij})_M$: nilai C_i/L_{ij} maksimum

- Jika $(C_i/L_{ij})_R$ merupakan ordinat dan $(C_i/L_{ij})_M$ merupakan absis maka PI_j merupakan titik potong dari $(C_i/L_{ij})_R$ dan $(C_i/L_{ij})_M$ dalam bidang yang dibatasi oleh kedua sumbu tersebut



Gambar 2. 1 Pernyataan Indeks untuk suatu Peruntukan (j)

- Perairan akan semakin tercemar untuk suatu peruntukan (j) jika nilai $(C_i/L_{ij})_R$ dan atau $(C_i/L_{ij})_M$ adalah lebih besar dari 1,0. Jika nilai maksimum C_i/L_{ij} dan atau nilai rata-rata C_i/L_{ij} makin besar, maka tingkat pencemaran suatu badan air akan makin besar pula. Jadi panjang garis dari titik asal hingga titik P_{ij} diusulkan sebagai faktor yang memiliki makna untuk menyatakan tingkat pencemaran.

$$PI_j = m \sqrt{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_M^2 + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_R^2} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana m = faktor penyeimbang

- Keadaan kritik digunakan untuk menghitung nilai m $PI_j = 1,0$ jika nilai maksimum $C_i/L_{ij} = 1,0$ dan nilai rata-rata $C_i/L_{ij} = 1,0$ maka:

$$PI_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_M^2 + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_R^2}{2}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

IP_j : Indeks Pencemaran bagi peruntukan j

C_i : Konsentrasi hasil uji parameter

L_{ij} : Konsentrasi parameter sesuai baku mutu peruntukan air j

$(C_i/L_{ij})_M$: Nilai C_i/L_{ij} maksimum

$(C_i/L_{ij})_R$: Nilai C_i/L_{ij} rata rata

- **Prosedur Penggunaan Metode Indeks Pencemaran**

Jika L_{ij} menyatakan konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam Baku Mutu suatu Peruntukan Air (j), dan C_i menyatakan konsentrasi parameter kualitas air (i) yang diperoleh dari hasil analisis cuplikan air pada suatu lokasi pengambilan cuplikan dari suatu alur sungai, maka PI_j adalah Indeks Pencemaran bagi peruntukan (j) yang merupakan fungsi dari C_i/L_{ij} . Harga PI_j ini dapat ditentukan dengan cara :

1. Pilih parameter-parameter yang jika harga parameter rendah maka kualitas air akan membaik.
2. Pilih konsentrasi parameter baku mutu yang tidak memiliki rentang.
3. Hitung harga C_i/L_{ij} untuk tiap parameter pada setiap lokasi pengambilan cuplikan.
4. a). Jika nilai konsentrasi parameter yang menurun menyatakan tingkat pencemaran meningkat, misal DO. Tentukan nilai teoritik atau nilai maksimum C_{im} (misal untuk DO, maka C_{im} merupakan nilai DO jenuh). Dalam kasus ini nilai C_i/L_{ij} hasil pengukuran digantikan oleh nilai C_i/L_{ij} hasil perhitungan, yaitu:

$$(C_i / L_{ij})_{\text{baru}} = \frac{C_{im} - C_i (\text{hasil pengukuran})}{C_{im} - L_{ij}} \dots\dots\dots(2.5)$$

5. b). Jika nilai baku L_{ij} memiliki rentang

- Untuk $C_{ij} \leq L_{ij}$ memiliki rentang

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = \frac{[C_i - (L_{ij}) \text{ rata-rata}]}{\{(L_{ij}) \text{ minimum} - (L_{ij}) \text{ rata-rata}\}} \dots\dots\dots(2.6)$$

- Untuk $C_{ij} > L_{ij}$ memiliki rentang

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = \frac{[C_i - (L_{ij}) \text{ rata-rata}]}{\{(L_{ij}) \text{ maksimum} - (L_{ij}) \text{ rata-rata}\}} \dots\dots\dots(2.7)$$

c). Keraguan timbul jika dua nilai (C_i/L_{ij}) berdekatan dengan nilai acuan 1,0, misal $C_1/L_{1j} = 0,9$ dan $C_2/L_{2j} = 1,1$ atau perbedaan yang sangat besar, misal $C_3/L_{3j} = 5,0$ dan $C_4/L_{4j} = 10,0$. Dalam contoh ini tingkat kerusakan badan air sulit ditentukan. Cara untuk mengatasi kesulitan ini adalah:

1. Penggunaan nilai (C_i/L_{ij}) hasil pengukuran kalau nilai ini lebih kecil dari 1,0.
2. Penggunaan nilai $(C_i/L_{ij})_{\text{baru}}$ jika nilai (C_i/L_{ij}) hasil pengukuran lebih besar dari 1,0.

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = 1,0 + P \cdot \log(C_i/L_{ij}) \text{ hasil pengukuran} \dots\dots\dots(2.8)$$

P adalah konstanta dan nilainya ditentukan dengan bebas dan disesuaikan dengan hasil pengamatan lingkungan dan atau persyaratan yang dikehendaki untuk suatu peruntukan (biasanya digunakan nilai 5).

3. Tentukan nilai rata-rata dan nilai maksimum dari keseluruhan C_i/L_{ij} ($(C_i/L_{ij})_R$ dan $(C_i/L_{ij})_M$).

4. Tentukan harga PI_j

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_{ij}/L_{ij})_M^2 + (C_{ij}/L_{ij})_R^2}{2}} \dots\dots\dots(2.9)$$

Berikut merupakan evaluasi terhadap nilai PI_j (*Pollution Index*), dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.1 Kategori mutu kualitas Air

Indeks Kualitas Air	Keterangan
$0 \leq P_{ij} \leq 1,0$	Memenuhi Baku mutu (Kondisi Baik)
$1,0 < P_{ij} \leq 5,0$	Cemar Ringan
$5,0 < P_{ij} \leq 10$	Cemar Sedang
$P_{ij} > 10$	Cemar Berat

Sumber: PerMen LH No. 115 Tahun 2003

C. Tinjauan Umum tentang Air Sumur Bor

Air sumur bor atau sumur gali merupakan air yang berasal dari lapisan tanah yang relatif dekat dengan permukaan tanah, sehingga mudah terkena kontaminasi melalui rembesan yang berasal dari kotoran manusia, hewan, maupun untuk keperluan domestik rumah tangga. Air sumur bor sebagai sumber air bersih harus ditunjang dengan syarat konstruksi, syarat lokasi untuk dibangunnya sebuah sumur gali, hal ini diperlukan agar kualitas air sumur bor aman sesuai dengan aturan yang ditetapkan (Pontoh *dkk.*, 2018). Penetapan air bersih melalui Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air.

Air sumur bor merupakan hasil dari sumur yang dibuat dengan cara melakukan pengeboran pada bahan tanah yang tidak padat dengan

menggunakan alat bor besar. Struktur sumur bor sangat tergantung dari kondisi akuifer dan kualitas air tanah, oleh karena itu ada beberapa jenis struktur sumur bor. Sumur bor air tanah biasanya memiliki kedalaman mulai dari 60 meter hingga 200 meter, diperuntukan untuk perkantoran atau pemukiman. Umumnya pada kedalaman tersebut memiliki kualitas air yang baik dan layak untuk digunakan (Zahara, 2018).

Air sumur bor yang berasal dari air tanah memiliki kandungan besi terlarut berbentuk ferro (Fe^{2+}). Air tanah tersebut dikeluarkan dan kontak dengan udara (oksigen) maka besi (Fe^{2+}) akan teroksidasi menjadi ferihidroksida ($\text{Fe}(\text{OH})_3$). Ferihidroksida dapat mengendap dan berwarna kuning kecoklatan. Hal ini dapat mengotori peralatan porselin dan cucian apalagi jika dipakai untuk keperluan minum dan memasak tentu saja sangat berbahaya bagi kesehatan. Tingginya kadar ion Fe (Fe^{2+} , Fe^{3+}) yaitu terlihat dari warna kuning kecoklatan pada air yang telah didiamkan beberapa menit di udara terbuka (Amri, Hikmatul dan Amri, 2017).

Terdapat beberapa sumber pencemaran air tanah seperti limbah yang berasal dari kegiatan-kegiatan industri baik yang bersifat padat atau pun cair, karena limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri ini jika tidak diatasi dengan tepat akan sangat berbahaya bagi lingkungan, khususnya kualitas air tanah, limbah yang berasal dari kegiatan perikanan dan pertanian juga berpotensi untuk mencemari air tanah, dan paling sering terjadi di daerah pemukiman penduduk adalah pembuangan limbah domestik yang tidak sesuai dengan aturan sanitasi yang berlaku. Air tanah sebagian besar belum tercemar

dan aman untuk digunakan, namun apabila sampai tercemar, maka pembersihan dan pemurnian akan sangat sulit. Pemurnian secara alami berjalan dengan sangat lambat. Tindakan yang patut dilakukan yakni menjaga dengan ketat agar air tanah tidak terkontaminasi. Tindakan preventif dapat dimulai dengan memahami benar apa saja zat yang berpotensi sebagai pencemar air, yang mana dapat menentukan indikator yang terjadi pada air lingkungan (Gufran dan Mawardi, 2019).

Karakteristik air sumur bor berdasarkan pendekatan morfografi dan morfometri, dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam satuan, yaitu: (Umar *dkk.*, 2019).

a. Satuan Morfologi Pedataran Bergelombang

Morfologi pedataran bergelombang memiliki karakteristik sifat fisik air sumur bor yaitu kedalaman sumur bor 30–75 meter, diameter pipa 3 cm, pipa plastik, tahun pembuatan 2009 dan 2018, air berwarna bening dan jernih, tidak berbau, dan memiliki nilai pH 7 dan 8.

b. Satuan Morfologi Pedataran

Karakteristik morfologi pedataran memiliki sifat fisik air sumur bor yaitu kedalaman sumur bor 20–30 meter, diameter pipa 3 cm, pipa plastik, tahun pembuatan 2014 dan 2018, air berwarna bening, airnya jernih dan tidak berbau serta memiliki nilai pH 8.

c. Satuan Morfologi Fluvial

Secara umum karakteristik morfologi fluvial memiliki kondisi air sumur bor yakni kedalaman sumur bor 6 – 40 meter, diameter pipa 3 cm, pipa plastik, tahun pembuatan 1980 sampai 2017, air berwarna bening dan keruh, airnya tidak berbau, airnya jernih dan keruh dan memiliki nilai pH 8 dan 9.

D. Tinjauan Umum tentang Parameter yang Diteliti

1. TDS (*Total Dissolved Solid*)

TDS merupakan zat padat yang larut dalam air, baik berupa senyawa, ion ataupun koloid. Air yang mengandung senyawa zat padat terlarut bentuk senyawa nitrit, posfat berupa nutrient dapat mendukung kehidupan organisme. Air yang mengandung tinggi senyawa zat padat terlarut berupa nutrient disebut *eutrofik*, sedangkan air yang mengandung sedikit zat padat terlarut disebut *oligotrofik* karena memiliki daya dukung rendah terhadap organisme (Situmorang, 2017).

TDS adalah konsentrasi jumlah ion kation (bermuatan positif) dan anion (bermuatan negatif) di dalam air. Analisis TDS dilakukan pengukuran kualitatif dari jumlah ion terlarut, akan tetapi tidak dapat menjelaskan pada sifat atau hubungan ion. Pengujian TDS tidak memberikan wawasan dalam penentuan kualitas air secara spesifik. Analisa TDS digunakan sebagai uji indikator dalam menentukan kualitas umum dari air. Sumber utama untuk TDS dalam perairan yaitu limbah pertanian, rumah tangga, dan industri. Kandungan TDS yang berbahaya yaitu pestisida yang timbul dari aliran permukaan (Tumpu, 2021)

TDS dalam air perlu diketahui untuk melihat produktivitas air, karena produktivitas air sangat ditentukan oleh kelarutan zat padat di dalamnya. Zat padat terlarut di dalam air juga dapat mengindikasikan ketidaknormalan air, karena telah terjadi penyimpangan air. Penyimpangan air disebabkan oleh kegiatan manusia, seperti masuknya buangan berupa kotoran hewan dan manusia, limbah industri, limbah rumah tangga, dan limbah lainnya ke dalam air (Situmorang, 2017).

Pengukuran TDS dapat dilakukan melalui percobaan di laboratorium, yaitu dengan menguapkan air yang dianalisis pada volume tertentu di dalam oven, kemudian diukur berat *beker* sebelum dan sesudah pengeringan air. Selisih antara berat *beker* sebelum dan setelah pengeringan air dinyatakan sebagai berat total zat padat terlarut dengan satuan (mg/liter) air atau *part per million* (ppm) (Situmorang, 2017).

2. pH (*Power of hydrogen*)

Power of Hydrogen (pH) atau derajat keasaman air adalah indikasi dari bobot hidrogen yang berada di dalam air. Derajat keasaman diukur dengan skala 1 hingga 14. Derajat keasaman dengan angka tujuh menunjukkan keasaman air bersifat netral, sedangkan angka satu menunjukkan air bersifat sangat asam dan sebaliknya, angka 14 menunjukkan air bersifat sangat basa atau alkalis. Pengukuran pH air tidak harus dilakukan di laboratorium, tetapi dapat dilakukan sendiri dengan menggunakan kertas pH atau kertas lakmus (metode perbedaan warna). Cara pengukurannya yakni mengambil air sampel, kemudian kertas lakmus

dicelupkan ke dalam air sampel selama beberapa detik hingga tidak terjadi perubahan warna. Cocokkan warna kertas lakmus dengan indikator warna pH yang tertera dalam kemasan kertas lakmus (Maloedyn Sitanggang, 2007).

Pengukuran suatu pH didasarkan pada potensial elektrokimia yang terjadi antara larutan yang telah diketahui yang terdapat di dalam elektroda gelas (*membrane glass*) dengan larutan yang terdapat diluar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal tersebut di karenakan lapisan gelembung kaca yang tipis akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif dimana elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektro kimia dari ion hydrogen namun alat ini tidak mengukur arus tetapi hanya mengukur tegangan. Skala pH bukanlah skala absolut dengan skala pH antara 0 - 14. pH antara 0 - 7 mempunyai sifat asam dan sifat basa mempunyai nilai pH 7 - 14. Salah satu contoh, jus jeruk dan air aki mempunyai pH antara 0 – 7 yakni menandakan bersifat asam, sedangkan air laut dan cairan pemutih mempunyai sifat basa atau biasa juga disebut *alkaline* dengan nilai pH 7 - 14. Air murni (*aquades*) adalah netral atau mempunyai nilai pH 7 (Karangan, Sugeng dan Sulardi, 2019).

Derajat keasaman merupakan banyaknya ion H^+ yang terdapat di dalam sistem perairan atau biasa dikenal tingkat keasaman. Air laut pada dasarnya mempunyai sifat yang cenderung asam yakni pH yang rendah sehingga dapat mengakibatkan korosi yang cepat di bagian-bagian terbuka pada lambung kapal akibat cat lambung kapal yang tergores. Laju korosi

pada kondisi asam dengan $\text{pH} < 7$ semakin besar karena adanya reaksi reduksi tambahan yang berlangsung pada katoda menyebabkan lebih banyak atom logam yang teroksidasi sehingga laju korosi pada permukaan logam semakin besar (Ala *dkk.*, 2018).

3. DO (*Dissolved Oxygen*)

Dissolved Oxygen (DO) atau yang dikenal dengan sebutan oksigen terlarut merupakan salah satu dari parameter yang paling penting dalam analisis kualitas pada air. Nilai DO yang umumnya diukur dalam bentuk konsentrasi, menunjukkan kadar atau jumlah oksigen (O_2) yang tersedia di dalam suatu badan air. Apabila semakin besar nilai kadar DO pada air ataupun perairan, maka hal itu mengindikasikan bahwa air tersebut memiliki kualitas yang sangat bagus, tetapi begitupun sebaliknya jika nilai kadar DO rendah pada suatu air, maka dapat diketahui bahwa air tersebut telah tercemari. Pengukuran DO juga memiliki tujuan yaitu untuk melihat sejauh mana suatu badan air mampu menampung biota air seperti contohnya ikan dan juga mikroorganisme. Selain itu, kemampuan pada air untuk membersihkan suatu pencemaran juga ditentukan oleh berapa banyak kadar oksigen yang terdapat di dalam air (Aruan dan Siahaan, 2017).

Oksigen terlarut dalam air berasal dari hasil proses fotosintesis oleh fitoplankton atau tumbuhan air lainnya dan difusi dari atmosfer, sedangkan dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan anorganik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut hingga mencapai 0 (anaerobik). Semakin tinggi suhu akan mempengaruhi tingkat kelarutan. Kadar oksigen terlarut di perairan

dimanfaatkan untuk oksigen, respirasi perombakan bahan organik serta untuk proses perombakan bahan organik (Anggraini, Simarmata dan Sihotang, 2017).

Konsentrasi oksigen terlarut dalam air permukaan adalah salah satu faktor terpenting yang mempengaruhi sistem kimia dan biologi di dalam air. Kelompok ikan buruan yang diinginkan membutuhkan konsentrasi oksigen terlarut yang cukup besar (minimal 6 miligram per liter) dan dengan cepat menghilang saat konsentrasi oksigen terlarut menurun, jika tidak ada zat yang membutuhkan oksigen atau produksi oksigen-fotosintetik, konsentrasi oksigen terlarut harus mendekati saturasi dan hanya dipengaruhi oleh suhu, tekanan atmosfer, dan zat terlarut lainnya di dalam air. Sebagai bahan organik-biodegradasi ditambahkan ke air, oksigen terlarut dihilangkan dengan degradasi mikroba alami dari bahan organik (Stephens, 1984).

Oksigen dalam air dimanfaatkan oleh organisme perairan untuk proses respirasi dan menguraikan zat organik menjadi anorganik oleh mikro organisme. Banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk proses respirasi dan penguraian zat-zat organik oleh mikro organisme dinyatakan dengan *Apparent Oxygen Utilization* (AOU). Dalam suatu perairan yang masih alami, nilai AOU umumnya positif. Perairan yang banyak mengandung zat-zat organik, nilai AOU menjadi negatif yang berarti jumlah oksigen yang dibutuhkan lebih banyak dibandingkan dengan jumlah oksigen yang tersedia (Patty, 2018).

4. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Biochemical Oxygen Demand (BOD) adalah kebutuhan oksigen biologis yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk memecah bahan organik secara aerobik. Proses dekomposisi bahan organik ini diartikan bahwa mikroorganisme memperoleh energi dari proses oksidasi dan memakan bahan organik yang terdapat di perairan. Mengetahui nilai BOD di perairan dapat bermanfaat untuk mendapatkan informasi berkaitan tentang jumlah beban pencemaran yang terdapat di perairan akibat air buangan penduduk atau industri, dan untuk merancang sistem pengolahan kimia di perairan yang tercemar tersebut (Daroni dan Arisdani, 2020).

Sumber penghasil bahan pencemar berupa zat organik berasal dari limbah rumah tangga, peternakan, perikanan, dan industri yang berupa *Total Dissolved Solids* (TDS), *Total Suspended Solids* (TSS), dan Konsentrasi Fosfat (PO₄) menyebabkan kecepatan pertumbuhan mikroorganisme akan meningkat, hal tersebut sejalan dengan meningkatnya kebutuhan oksigen, sementara suplai oksigen dari udara jumlahnya adalah tetap. TDS, TSS, dan konsentrasi fosfat merupakan variabel yang diduga berpengaruh terhadap nilai BOD. Variabel lain yang diduga juga berpengaruh terhadap BOD, yaitu suhu, pH, konsentrasi amonia, dan debit air (Ulfah Resti Inayah, 2020).

BOD ditentukan dengan menggunakan uji laboratorium. Keuntungan dari uji laboratorium adalah BOD dapat ditentukan secara

akurat, meskipun uji laboratorium memberikan lebih banyak akurasi, pengujian tersebut membutuhkan waktu yang lama, memerlukan komitmen untuk persiapan dan analisis, dan diperlukan beberapa hari untuk mendapatkan dan menafsirkan hasil pengujian tersebut. BOD bervariasi tergantung pada karakterisasi air limbah, oleh karena itu bila kualitas air berubah dengan cepat dalam kasus yang tidak terduga dan ekstrim, hasil analisis mungkin tidak lagi relevan untuk air limbah (Baki *dkk.*, 2019).

Ada beberapa metode yang disetujui untuk menentukan kebutuhan oksigen biologis, salah satunya dikenal sebagai Metode Standar 5210B dimana metode ini menganalisis perbedaan oksigen terlarut dari sampel selama lima hari. Volume sampel yang diketahui memiliki kandungan DO awal yang direkam dan setelah masa inkubasi lima hari pada suhu 20°C, sampel dikeluarkan dari inkubator dan kandungan DO akhir diambil. Nilai BOD kemudian dihitung dari penipisan dan ukuran sampel yang digunakan, pembacaan DO biasanya dalam *part per million* (ppm). BOD yang lebih tinggi menunjukkan lebih banyak oksigen yang dibutuhkan, yang menandakan kualitas air yang lebih rendah, sedangkan BOD rendah berarti lebih sedikit oksigen yang dikeluarkan dari air, sehingga air biasanya lebih murni. Tantangan terbesar dalam uji BOD berkaitan dengan waktu karena waktu penahanan untuk sampel BOD adalah 48 jam sejak pengambilan, agar BOD dapat beroperasi dengan baik, harus ada populasi bakteri sehat yang cukup di dalam botol (Tuser, 2020).

5. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam mengurai bahan organik yang terkandung dalam air. Seluruh bahan organik di dalam air akan diurai karena pengukuran COD umumnya menggunakan oksidator kuat kalium bikromat pada kondisi asam dan panas dengan katalisator perak sulfat sehingga bahan organik yang mudah urai ataupun kompleks dan sulit urai akan teroksidasi. Nilai COD menggambarkan jumlah total bahan organik yang ada di dalam perairan (Santoso, 2018).

Nilai COD biasanya lebih tinggi dibandingkan nilai BOD, hal ini terjadi karena bahan yang tidak terurai dalam uji BOD dapat teroksidasi dalam uji COD, misalnya selulosa. Umumnya nilai COD dua kali lebih besar daripada nilai BOD, karena senyawa kimia yang dapat dioksidasi secara kimia lebih besar dibandingkan oksidasi secara biologis. Semakin besar nilai BOD dan atau COD, maka semakin tinggi pula tingkat pencemaran suatu perairan (Manik, 2003).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, dinyatakan bahwa batas COD pada air kelas satu yaitu 10 (mg/l). Metode pengukuran COD menggunakan peralatan khusus yaitu *reflux*, pemanasan, penggunaan asam pekat, dan titrasi. Peralatan *reflux* digunakan untuk menghindari berkurangnya air sampel karena pemanasan. Pengukuran COD pada prinsipnya dilakukan penambahan kalium bikromat ($K_2Cr_2O_7$) sebagai oksidator pada sampel (dengan volume diketahui) yang telah ditambahkan

katalis perak sulfat dan asam pekat, kemudian dipanaskan dalam beberapa waktu. Kalium bikromat yang terpakai dalam proses oksidasi bahan organik dalam sampel dapat dihitung dan ditentukan nilai COD (Santoso, 2018).

6. Klorida (Cl)

Klorida adalah senyawa halogen klor. Toksisitasnya tergantung pada gugus senyawanya. Misalnya NaCl sangat tidak beracun, tetapi karbonil klorida sangat beracun. Di Indonesia, klor digunakan sebagai desinfektan dalam penyediaan air minum. Dalam jumlah banyak (Cl^-) akan menimbulkan rasa asin, korosi pada pipa sistem penyediaan air, tetapi klor ini dapat terikat pada senyawa organik dan membentuk halogen-hidrokarbon (Cl-HC) banyak diantaranya dikenal sebagai senyawa-senyawa karsinogenik. Oleh karena itu, di berbagai negara maju sekarang ini, kloronasi sebagai proses desinfektan tidak lagi digunakan (Utary, 2017).

Klorida banyak dijumpai dalam pabrik industri kaustik soda. Bahan ini berasal dari proses elektrolisa, penjernihan garam dan lain-lain. Klorida merupakan zat terlarut dan tidak menyerap. Sebagai klor bebas berfungsi desinfektan, tapi dalam bentuk ion yang bersenyawa dengan ion natrium menyebabkan air menjadi asin dan merusak pipa-pipa instalasi. Konsentrasi maksimum yang dibolehkan dalam air 600 mg/l berdasarkan Permenkes 416 tahun 1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air. Kadar yang berlebihan menyebabkan air rasanya asin. Konsentrasi klorida dalam air dapat meningkat dengan tiba-tiba dengan adanya kontak dengan air bekas (Sinaga, 2018).

7. Besi (Fe)

Besi terkandung dalam tanah, sedimen, dan air bersih dalam bentuk tidak terlarut yaitu *ferric oxides* dan sulfida (*pyrite*). Di dalam air besi hadir dalam dua bentuk, yakni besi *ferrous* dengan sifat mudah larut dan besi *ferric* dengan sifat sukar larut. Dikarenakan air bersih biasanya mengandung sejumlah CO₂, maka ferrous carbonate yang terlarut dalam air bersih dapat diakibatkan karena reaksi sebagai berikut:



Permasalahan yang ditimbulkan oleh besi dalam air lazimnya dikarenakan kehadiran bahan *ferric* tak larut di dalam tanah. Dalam kondisi anaerob ion *ferric* akan berubah menjadi besi ferrous. Air bersih yang mengandung sejumlah besi yang tinggi selalu tidak mengandung oksigen terlarut sedangkan memiliki kandungan karbon dioksida yang tinggi. Tingginya kandungan CO₂ mengindikasikan bahwa bakteri pengoksidasi material organik sangat banyak dan ketiadaan oksigen terlarut dalam air mendandakan menunjukkan bahwa kondisi aerob sangat berkembang (Adipura, 2015).

8. Kesadahan

Kandungan Ca yang berlebih dalam air sumur akan menimbulkan tingkat kesadahan air. Air sadah akan menimbulkan penyakit ginjal pada manusia, dan terjadi pengendapan pada ketel tempat air direbus dan akan menghilangkan busa pada sabun, sehingga waktu mandi akan selalu licin. Air yang dikonsumsi oleh masyarakat untuk minum dapat menyebabkan

masyarakat terkena penyakit batu ginjal yang diakibatkan oleh terbentuknya batu pada saluran kemih.

Kesadahan merupakan suatu parameter untuk kualitas air bersih karena kesadahan menunjukkan ukuran tingkat pencemaran oleh kandungan mineral-mineral tertentu di dalam air, umumnya ion kalsium dan magnesium dalam bentuk garam karbonat. Kesadahan air dapat dibedakan atas 2 macam antara lain kesadahan sementara atau kesadahan tetap.

Kesadahan sementara disebabkan oleh garam-garam karbonat (CO_3^{2-}) dan bikarbonat (HCO_3^-) dari kalsium atau magnesium. Kesadahan ini dapat dihilangkan dengan pemanasan atau penambahan kapur tohor. Kesadahan tetap disebabkan oleh garam-garam klorida (Cl^-) dan sulfat (SO_4^{2-}) dari kalsium atau magnesium. Kesadahan ini tidak dapat dihilangkan dengan pemanasan, tetapi hanya dapat dihilangkan dengan pertukaran ion.

E. Tinjauan Umum tentang Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG)/*Geographic Information System* (GIS) adalah suatu sistem informasi berbasis komputer, yang digunakan untuk memproses data spasial yang ber-georeferensi (berupa detail, fakta, kondisi, dan sebagainya) yang disimpan dalam suatu basis data dan berhubungan dengan persoalan serta keadaan dunia nyata (*real world*). Manfaat SIG secara umum memberikan informasi yang mendekati kondisi dunia nyata, memprediksi suatu hasil dan perencanaan strategis (Masykur, 2014).

Geographic Information System (GIS) berfungsi untuk memindahkan/mentransformasi peta konvensional (analog) ke bentuk digital (*digital map*), lebih jauh lagi sistem ini mempunyai kemampuan untuk mengolah dan menganalisis data yang mengacu pada lokasi geografis menjadi informasi berharga. Sistem Informasi Geografi memiliki karakteristik utama yaitu kemampuan menganalisis sistem seperti analisa statistik dan *overlay* (pembobotan) yang disebut analisa spasial (Sunardi, Soelistijadi dan Handayani, 2005).

Analisis spasial adalah sekumpulan teknik yang dapat digunakan dalam pengolahan data Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil analisis data spasial sangat bergantung pada lokasi objek yang bersangkutan (yang sedang dianalisis). Analisis spasial juga dapat diartikan sebagai teknik-teknik yang digunakan untuk meneliti dan mengeksplorasi data dari perspektif keruangan. Semua teknik atau pendekatan perhitungan matematis yang terkait dengan data keruangan (spasial) dilakukan dengan fungsi analisis spasial tersebut (Kemenristek, 2013).

Data spasial mempunyai dua bagian yang penting untuk membuatnya berbeda dari data lain, yaitu informasi lokasi dan informasi atribut yang dapat dijelaskan sebagai berikut (Puntodewo, Dewi dan Tarigan, 2003):

- a. Informasi lokasi atau informasi spasial. Contoh yang umumnya adalah informasi lintang dan bujur, termasuk diantaranya informasi datum dan proyeksi. Contoh lain dari informasi spasial yang bisa digunakan untuk mengidentifikasi lokasi adalah kode pos.

- b. Informasi deskriptif (atribut) atau informasi non spasial. Suatu lokasi bisa mempunyai beberapa atribut atau properti yang berkaitan dengannya seperti vegetasi, populasi, pendapatan perkapita dan lain-lain.

Data spasial dapat direpresentasikan dalam dua format yakni (Puntodewo, Dewi dan Tarigan, 2003):

- a. Vektor

Data format vektor, bumi kita direpresentasikan sebagai suatu mosaik dari garis (*arc/line*), poligon (daerah yang dibatasi oleh garis yang berawal dan berakhir pada titik yang sama), titik/point (node yang mempunyai label) dan nodes (merupakan titik perpotongan antara dua buah garis).

Keuntungan utama dari format data vektor adalah ketepatan dalam merepresentasikan fitur titik, batasan dan garis lurus. Hal ini sangat berguna untuk analisis yang membutuhkan ketepatan lokasi. Contoh penggunaannya adalah untuk mendefinisikan hubungan spasial dari beberapa fitur. Kelemahan data vektor adalah ketidakmampuannya dalam mengakomodasi perubahan gradual.

- b. Raster

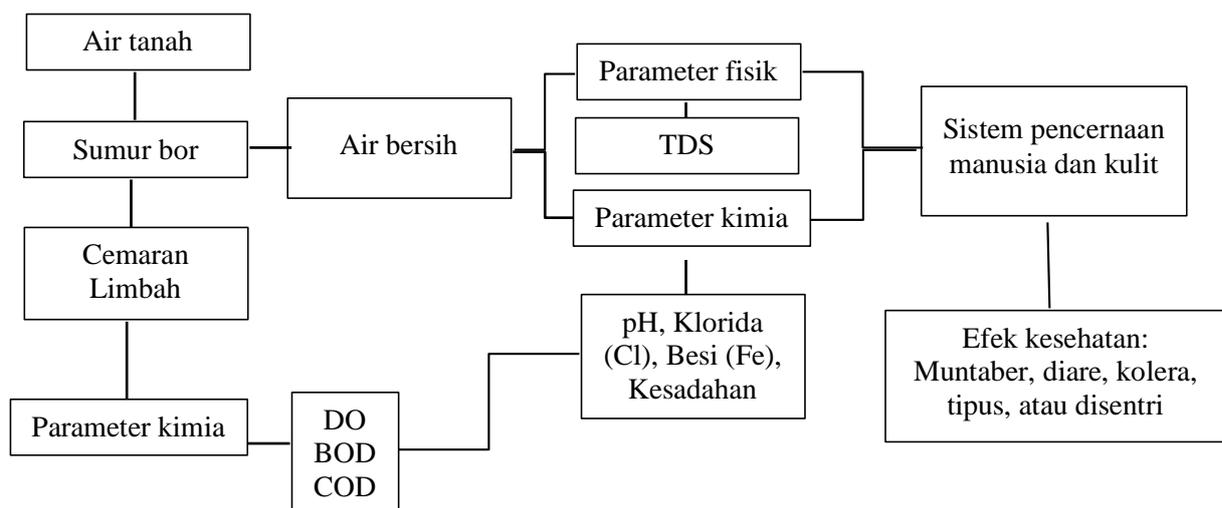
Data raster (sel grid) adalah data yang dihasilkan dari sistem penginderaan jauh. Pada data raster, obyek geografis direpresentasikan sebagai struktur sel grid yang disebut dengan pixel (*picture element*) dan resolusi (definisi visual) tergantung pada ukuran pixelnya. Resolusi pixel menggambarkan ukuran sebenarnya di permukaan bumi yang diwakili oleh

setiap pixel pada citra. Data raster sangat baik untuk merepresentasikan batas-batas yang berubah secara gradual, seperti jenis tanah, kelembaban tanah, vegetasi, suhu tanah, dsb. Keterbatasan utama dari data raster adalah terlalu besarnya ukuran file.

SIG digunakan untuk mengevaluasi setiap kriteria penilaian secara spasial melalui tiga tahap, yaitu tahap penilaian pertama dengan menggunakan metode *binary* untuk menentukan zona layak dan tidak layak, penilaian tahap kedua menentukan kesesuaian lahan berdasarkan kriteria penyisih dan penilaian ketiga dengan metode *overlay* untuk menetapkan lokasi terbaik (Birawida *dkk.*, 2018).

F. Kerangka Teori

Mengacu pada tinjauan pustaka yang telah dipaparkan, kerangka teori dalam penelitian dijabarkan sebagai berikut:



Gambar 2.2 Kerangka Teori
Sumber: (Achmadi, 2005)

BAB III

KERANGKA KONSEP

A. Dasar Pemikiran Variabel Penelitian

Pulau Lae-Lae adalah salah satu pulau dalam gugusan pulau Sulawesi Selatan yang secara administratif termasuk ke dalam wilayah pesisir Kota Makassar dengan luas daratan pulau 8,9 Hektar. Kebutuhan air bersih masyarakat di sepanjang pesisir Pulau Lae-Lae cukup besar mengingat daerahnya yang dekat dengan laut menyebabkan kuantitas dan kualitas air permukaannya terbatas. Masyarakat Pulau Lae-Lae dalam kesehariannya menggunakan sumur bor sebagai alternatif untuk memperoleh air bersih.

Penggunaan air yang tidak memenuhi standar baku mutu dapat mengakibatkan gangguan kesehatan yakni penyakit menular maupun penyakit tidak menular. Penyakit-penyakit tersebut dapat menyerang manusia yang penularan dan penyebarannya melalui air. Hal tersebut menjadi permasalahan yang harus mendapatkan perhatian utama, terutama kualitas air untuk air minum. Melihat kebutuhan masyarakat pada air bersih dan bahaya pencemar air terhadap kesehatan manusia, maka diperlukan upaya pemantauan kualitas air dan indeks pencemarannya secara terus-menerus agar dapat dilakukan pengelolaan dan pengendalian pencemaran.

Faktor-faktor yang mempengaruhi Indeks Kualitas Air (IKA) yaitu kadar TDS, pH, DO, BOD, COD, Klorida (Cl), Besi (Fe) dan Kesadahan. Parameter TDS digunakan untuk mengetahui jumlah zat padat terlarut di dalam air yang dapat mengindikasikan ketidaknormalan air, karena telah terjadi

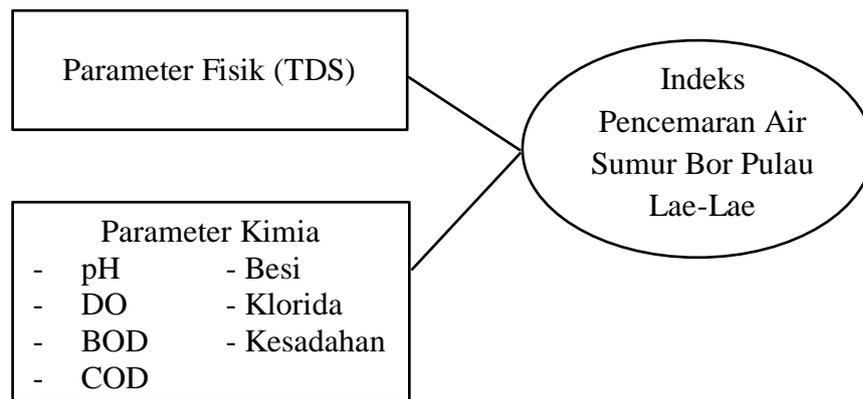
penyimpangan air. Parameter BOD digunakan untuk mengetahui banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam mengurai bahan organik secara biologis di dalam limbah cair, sedangkan parameter COD digunakan untuk mengetahui jumlah kebutuhan senyawa kimia dalam mengurai bahan organik yang terkandung dalam air.

Parameter DO digunakan untuk mengetahui ketersediaan jumlah oksigen (O_2) dalam suatu perairan. Parameter klorida digunakan untuk mengetahui kadar klorida pada air yang dalam jumlah besar dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Parameter besi digunakan untuk mengetahui konsentrasi besi pada air apakah rendah atau tinggi sedangkan kesadahan digunakan untuk mengetahui adanya kandungan air sadah pada sumur bor masyarakat pulau Lae-Lae.

B. Kerangka Konsep Penelitian

Kerangka konsep penelitian ini digambarkan secara skematik seperti pada

Gambar 3.1:



Keterangan:

- : Variabel dependen
- : Variabel independen

Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian

C. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Mendefinisikan variabel penelitian untuk memudahkan peneliti menggunakan instrument penelitian:

Tabel 3. 1 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

No.	Variabel Penelitian	Definisi Operasional	Kriteria Objektif	Cara Ukur	Alat Ukur	Skala Pengukuran
1.	Indeks pencemaran air sumur bor	Indeks pencemaran air merupakan status mutu air sumur bor di Pulau Lae-Lae berdasarkan Permen LH No. 115 Tahun 2003	<ul style="list-style-type: none"> - memenuhi baku mutu (kondisi baik) apabila nilai yang dihasilkan $0 \leq PI_j \leq 1,0$ - cemar ringan apabila $1,0 < PI_j \leq 5,0$ - cemar sedang apabila $5,0 < PI_j \leq 10$ - cemar berat apabila $PI_j > 10$ 	Menggunakan rumus Indeks Pencemaran (IP) sesuai Permen LH No.115 Tahun 2003	Sesuai parameter yang diuji	Interval
2.	<i>Total Dissolved Solid</i> (TDS)	ukuran tinggi rendahnya zat padat terlarut yang ada di dalam air sumur bor	<ul style="list-style-type: none"> - memenuhi syarat apabila ≤ 1000 mg/L sesuai PP RI No.82 Tahun 2001. - tidak memenuhi syarat apabila > 1000 mg/L sesuai Permenkes No. 32 Tahun 2017 	menggunakan metode gravimetri (SNI 06-6989.27-2019)	gravimetri	Rasio
3.	pH	ukuran asam dan basa air sumur bor	<ul style="list-style-type: none"> - memenuhi syarat apabila 6,5 - 8,5 sesuai Permenkes No. 32 Tahun 2017 	Pengukuran langsung (insitu) (SNI 06-6989.11-2019)	pH meter	Rasio

			- tidak memenuhi syarat apabila kurang dari 6,5 atau lebih dari 8,5 sesuai Permenkes No. 32 Tahun 2017			
4.	<i>Dissolved Oxygen (DO)</i>	jumlah oksigen (O ₂) terlarut dalam air sumur bor	- memenuhi syarat apabila > 5 mg/L sesuai PP RI No. 22 Tahun 2021 (Lampiran VIII) - tidak memenuhi syarat apabila ≤ 5 mg/L sesuai PP RI No. 22 Tahun 2021 (Lampiran VIII)	Secara elektrokimia (SNI 06-2425-1991)	DO meter	Rasio
5.	<i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i>	ukuran tinggi rendahnya polutan organik pada badan air	- memenuhi syarat apabila ≤ 2 mg/L sesuai PP RI No. 22 Tahun 2021 (Lampiran VIII) - tidak memenuhi syarat apabila > 2 mg/L sesuai PP RI No. 22 Tahun 2021 (Lampiran VIII)	menggunakan metode titrasi sesuai (SNI 06-6989.72-2009)	titrasi	Rasio
6.	<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	jumlah kebutuhan senyawa kimia dalam mengurai bahan organik yang terkandung dalam air sumur bor	- memenuhi syarat apabila ≤ 10 mg/L sesuai PP RI No.82 Tahun 2001 - tidak memenuhi syarat apabila > 10 mg/L sesuai PP RI No.82 Tahun 2001	menggunakan metode Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri (SNI 6-6989.2-2004)	<i>spektrofotometer</i>	Rasio
7.	Klorida (Cl)	jumlah Klorida (Cl) yang teroksidasi dalam air sumur bor	- memenuhi syarat apabila ≤ 600 mg/L sesuai Permenkes No.416/Menkes/PER/IX/1990	menggunakan Metode Argentometri (SNI 06-6989.19-2009)	titrasi	Rasio

			- tidak memenuhi syarat apabila > 600 mg/L sesuai Permenkes No.416/Menkes/PER/IX/1990			
6.	Besi (Fe)	jumlah tinggi rendahnya kadar Besi (Fe) dalam air sumur bor	- memenuhi syarat apabila ≤ 1 mg/L sesuai Permenkes No. 32 Tahun 2017 - tidak memenuhi syarat apabila > 1 mg/L sesuai Permenkes No. 32 Tahun 2017	menggunakan metode <i>Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)</i> sesuai (SNI 06-6989.9-2004)	<i>Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)</i>	Rasio
7.	Kesadahan	jumlah tinggi rendahnya kadar air sadah dalam air sumur bor	- memenuhi syarat apabila ≤ 500 mg/L sesuai Permenkes No. 32 Tahun 2017 - tidak memenuhi syarat apabila > 500 mg/L sesuai Permenkes No. 32 Tahun 2017	menggunakan metode titrimetri sesuai (SNI 06-6989.12-2004)	Titrasi	Rasio