

**TUGAS AKHIR**

**PEMETAAN KUALITAS AIR PADA KAWASAN RENCANA  
IPAL DI DAS SADDANG**

***MAPPING OF WATER QUALITY IN THE PLANED WWTP  
AREA IN SADDANG WATERSHED***

**MUH. FAUDING  
D111 16 003**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
2021**

# LEMBAR PENGESAHAN

## LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

### PEMETAAN KUALITAS AIR PADA KAWASAN RENCANA IPAL DI DAS SADDANG

Disusun dan diajukan oleh:

**MUH. FAUDING**

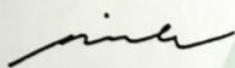
**D111 16 003**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 01 Februari 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



**Dr. Ir. Riswal K, ST, MT**  
NIP. 197105052006041002

**Dr. Eng. Ir. Hj. Rita Tahir Lopa, MT**  
NIP. 196703191992032010

Ketua Program Studi,



**Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng**  
Nip. 196805292002121002

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

ii

### PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, Muh. Fauding, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul " **Pemetaan Kualitas Air Pada Kawasan Rencana IPAL di DAS Saddang**", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 09 Februari 2021

Yang membuat pernyataan,



MUH. FAUDING  
NIM: D111 16 003

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat rahmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.

Tugas Akhir yang berjudul **“Pemetaan Kualitas Air Pada Kawasan Rencana IPAL di DAS Saddang”** ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan kepada pembaca dan juga kepada penulis dalam memahami tentang pemetaan.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan, petunjuk dan perhatian dari dosen pembimbing. Maka dalam kesempatan kali ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
2. Bapak **Prof. Dr. H. Muh. Wihardi Tjaronge ST., M.Eng.**, dan Bapak **Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST., MT.** selaku Ketua dan Sekretaris Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak **Dr. Ir. Riswal K, ST., MT.** selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu **Dr.Eng. Ir. Hj. Rita Tahir Lopa, MT.**, selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, motivasi, dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen yang telah membantu penulis selama mengikuti pendidikan di Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Seluruh staf dan karyawan di Departemen Teknik Sipil, di Fakultas Teknik, di Universitas Hasanuddin.

Yang teristimewa penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua yang tercinta, yaitu Ibunda **Hj. Sumiati** dan Almarhum Ayahanda saya **Muhdar** atas doa, kasih sayang, motivasi dan segala dukungannya selama ini, baik moral maupun materi yang telah diberikan.
2. Kedua saudara kandung yang tercinta, yaitu **Rasdiana** dan **Muh. Fadly** terima kasih segala dukungannya.
3. Ibu **Reni Okaviani Tarru**, sebagai partner tim yang telah berjuang bersama selama proses penelitian berlangsung.

4. Para teman-teman **Zulfadli, Aslam, Heru, Rizqi (Ode), Ilham, Indra, Fadli B, Teguh, Bowo, Fatur, Dandi, Rany, Pita, Ria, dan Kintan** yang selalu saling membantu dan memberikan dorongan dalam mengarungi kehidupan kampus.
5. Teman-teman **PATRON 2017**, mahasiswa Departemen Teknik Sipil dan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin **Angkatan 2016** yang telah memberikan warna tersendiri.
6. Terima kasih untuk **HMS FT-UH** yang telah mewadahi selama perkuliahan ini dan memberikan banyak cerita dalam hidup saya.

Penulis menyadari bahwa setiap karya buatan manusia tidak akan luput dari kekurangan, oleh karena itu mengharapkan kepada pembaca kiranya dapat memberi sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tugas akhir ini. Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Gowa, 09 Februari 2021

MUH. FAUDING  
NIM: D111 16 003

## ABSTRAK

Seiring dengan pertumbuhan penduduk yang berkembang cepat serta tingkat penghidupan masyarakat yang semakin maju, banyak kawasan resapan air yang dijadikan kawasan pemukiman dan pengembangan daerah perkotaan, kawasan industri dan perdagangan dengan kata lain perubahan penggunaan lahan mencerminkan dampak aktivitas manusia terhadap lingkungan yang membuat jumlah ketersediaan air semakin lama semakin berkurang dan terjadi pencemaran yang berdampak kepada air yang dibutuhkan oleh masyarakat.

Sehingga dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Pencemaran Limbah cair ternak di sekitar peternakan agar menjadi informasi bagian sungai yang tercemar serta Memetakan distribusi spasial pencemaran air sungai Saddang dan memetakan posisi bangunan IPAL.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental untuk pengujian kualitas air sungai berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air, serta penentuan status mutu air dengan metode Indeks Pencemaran dan metode STORET berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 115 Tahun 2003 tentang status mutu air dan distribusi Spasial dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Pengukuran kualitas air dilakukan pada 6 titik pengambilan sampel.

Hasil penelitian menunjukkan kualitas air Sungai Saddang menunjukkan parameter Fisik, Kimia dan Biologi di beberapa titik telah melebihi baku mutu. Kandungan BOD, COD dan Parameter lain meningkat karena sepanjang aliran sungai yang di mulai dari hulu hingga hilir banyak menerima limbah buangan dari hewan ternak, sedangkan berdasarkan status mutu air menunjukkan penurunan kualitas air dari hulu sampai ke hilir sungai dan sebaran polutan dengan aplikasi SIG pada Stasiun titik 1 sampai Stasiun titik 6 menunjukkan Zona distribusi penyebaran Limbah tercemar ringan sampai tercemar berat sehingga perlu dilakukan pengendalian daya rusak air secara menyeluruh.

Kata kunci: Kualitas Air Sungai, Sungai Saddang, Distribusi Spasial, Limbah Ternak, SIG

## **ABSTRACT**

*Along with the rapidly growing population and the increasingly advanced level of community livelihoods, many water catchment areas are used as residential and development areas for urban areas, industrial and commercial areas in other words changes in land use reflect the impact of human activities on the environment which makes the amount of water available increasingly it has been decreasing and there is pollution which has an impact on the water needed by the community.*

*So that in this study the aim of this research is to determine the liquid waste pollution of livestock around the farm so that it becomes information on the part of the river that is polluted as well as mapping the spatial distribution of water pollution in the Saddang river and mapping the position of the WWTP building.*

*The method used in this study is an experimental method for testing river water quality based on the Republic of Indonesia Government Regulation Number 82 of 2001 concerning Water Quality Management and Water Pollution Control, as well as determining the status of water quality using the Pollution Index method and the STORET method based on the Minister of Environment Decree No. 115 of 2003 concerning the status of water quality and spatial distribution with a Geographical Information System (GIS). Water quality measurements were carried out at 6 sampling points.*

*The results showed that the quality of Saddang River water showed that the physical, chemical and biological parameters at several points had exceeded the quality standard. The content of BOD, COD and other parameters increases because along the river flow from upstream to downstream receives a lot of waste from livestock, while based on water quality status shows a decrease in water quality from upstream to downstream of the river and the distribution of pollutants with GIS applications at the station point 1 to station point 6 shows the distribution zone of light to heavily polluted waste, so it is necessary to control the destructive power of water thoroughly.*

*Keywords: River Water Quality, Saddang River, Spatial Distribution, Animal Waste, GIS*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Manfaat Penelitian.....	4
E. Batasan Masalah .....	5
F. Sistematika Penulisan .....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	7
A. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) .....	7
B. Daerah Aliran Sungai (DAS).....	8
C. Kondisi dan Pemanfaatan Sungai Saddang .....	10
D. Sistem Informasi Geografis .....	10
E. Analisa Spasial dan Data Spasial.....	12
F. Sistem Informasi Spasial Berbasis ArcMap .....	20
G. Parameter Kualitas Air .....	21
H. Beban Pencemaran.....	26
I. Penentuan Status Mutu Air .....	29
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	35
A. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	35
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data .....	36
C. Alat dan Bahan Penelitian .....	37
D. Prosedur Penelitian .....	40



BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	56
A. Keadaan Umum Lokasi .....	56
B. Analisis Penentuan Status Mutu Air .....	58
B.1 Hasil Pengujian Sampel di Laboratorium .....	58
B.2 Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Storet .....	59
B.3 Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Indeks Pencemaran (IP) .....	64
C. Analisis Spasial Distribusi Kualitas Air .....	70
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....	75
A. Kesimpulan .....	75
B. Saran .....	76
DAFTAR PUSTAKA .....	77

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bentuk Data Vektor (PPPPTK,2016) .....	14
Gambar 2. Bentuk Data Raster.....	17
Gambar 3. Contoh Tampilan Model Data Raster dan Vektor .....	18
Gambar 4. Lokasi Penelitian Pengambilan Sampel Air .....	35
Gambar 5. Skema Aliran Sungai .....	36
Gambar 6. Aplikasi <i>Google Earth</i> .....	38
Gambar 7. Aplikasi <i>ArcMap 10.4</i> .....	358
Gambar 8. Aplikasi Survey123 .....	39
Gambar 9. Diagram Alir Pengujian .....	40
Gambar 10. Tampilan Proses <i>Input</i> data Peta RBI .....	47
Gambar 11. Hasil Proses <i>Input</i> data DEM .....	47
Gambar 12. Proses Tools <i>Fill</i> .....	48
Gambar 13. Hasil Proses <i>Flow Direction</i> .....	48
Gambar 14. Hasil Proses <i>Flow Accumulation</i> .....	49
Gambar 15. Hasil Proses <i>con</i> .....	50
Gambar 16. Hasil Proses <i>Stream Order</i> .....	50
Gambar 17. Hasil Proses <i>Stream to Feature</i> .....	51
Gambar 18. Hasil <i>Polyline</i> aliran sungai .....	52
Gambar 19. Hasil <i>buffer</i> Aliran sungai .....	52
Gambar 20. Proses <i>input koordinat</i> .....	53
Gambar 21. Proses Ploting Data .....	54
Gambar 22. Proses <i>Interpolation IDW</i> .....	54
Gambar 23. Hasil Proses <i>Interpolation IDW</i> .....	55
Gambar 24. Hasil Proses <i>Raster Processing(Clip)</i> .....	55
Gambar 25. Peta Lokasi pengambilan sampel Penelitian .....	57
Gambar 26. Grafik Nilai STORET .....	63
Gambar 27. Grafik Nilai Indeks Pencemaran .....	69
Gambar 28. Peta Zona Distribusi dengan Metode Storet .....	71
Gambar 29. Peta Zona Distribusi dengan Metode IP .....	72
Gambar 30. Peta Lokasi Penentuan Bangunan IPAL .....	73

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penentuan status mutu air metode IP .....	30
Tabel 2. Penentuan Sistem Nilai Untuk Menentukan Status Mutu Air .....	33
Tabel 3. Hasil pengujian sampel air .....	39
Tabel 4. Penentuan Sistem Nilai Untuk Menentukan Status Mutu Air .....	43
Tabel 5. Penentuan status mutu air metode IP .....	46
Tabel 6. Koodinat Pengambilan Sampel .....	56
Tabel 7. Hasil pengujian setiap stasiun .....	59
Tabel 8. Status Mutu Kualitas air menurut sistem Nilai <i>Storet</i> di Stasiun <i>Outlet</i> (ST.00) .....	59
Tabel 9. Status Mutu Kualitas air menurut sistem Nilai <i>Storet</i> di Stasiun Pertama (ST.01) .....	60
Tabel 10. Status Mutu Kualitas air menurut sistem Nilai <i>Storet</i> di Stasiun Kedua (ST.02) .....	60
Tabel 11. Status Mutu Kualitas air menurut sistem Nilai <i>Storet</i> di Stasiun Ketiga (ST.03) .....	61
Tabel 12. Status Mutu Kualitas air menurut sistem Nilai <i>Storet</i> di Stasiun Keempat (ST.04) .....	61
Tabel 13. Status Mutu Kualitas air menurut sistem Nilai <i>Storet</i> di Stasiun Kelima (ST.05) .....	62
Tabel 14. Status Mutu Air Sungai Saddang dengan STORET .....	62
Tabel 15. Hasil Status Mutu Air di Stasiun <i>outlet</i> (ST.00) dengan Indeks Pencemaran .....	64
Tabel 16. Hasil Status Mutu Air Sungai Saddang di Stasiun pertama (ST.01) dengan Indeks Pencemaran .....	65
Tabel 17. Hasil Status Mutu Air Sungai Saddang di Stasiun kedua (ST.02) dengan Indeks Pencemaran .....	65
Tabel 18. Hasil Status Mutu Air Sungai Saddang di Stasiun ketiga (ST.03) dengan Indeks Pencemaran .....	66

Tabel 19. Hasil Status Mutu Air Sungai Saddang di Stasiun keempat (ST.04) dengan Indeks Pencemaran .....	67
Tabel 20. Hasil Status Mutu Air Sungai Saddang di Stasiun kelima (ST.05) dengan Indeks Pencemaran .....	68
Tabel 21. Status Mutu Air Sungai Saddang dengan IP .....	69

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Daerah aliran sungai atau DAS adalah suatu wilayah daratan yang dibatasi oleh pemisah alam berupa punggung-punggung gunung yang menerima dan mengumpulkan air hujan, sedimen, dan unsur hara, kemudian mengalirkannya melalui sungai utama ke laut. Daerah tersebut merupakan satu kesatuan ekosistem yang tersusun atas sumber daya alam dan manusia sebagai pemanfaatnya. Secara umum, ekosistem DAS dibagi menjadi daerah hulu, tengah, dan hilir yang memiliki keterkaitan biofisik melalui daur hidrologi dan bagian hulu berfungsi untuk melindungi seluruh bagian DAS.

Sungai adalah badan air alamiah tempat mengalirnya air hujan dan air buangan menuju laut dan tempat bersemayamnya biotik dan abiotik (Rita Lopa, 2013). Di dalam peraturan Pemerintah Nomor: 35 Tahun 1991, telah tersurat pengertian sungai yaitu tempat dan wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai suara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan.

Seiring dengan pertumbuhan penduduk yang berkembang cepat serta tingkat penghidupan masyarakat yang semakin maju, banyak kawasan resapan air yang dijadikan kawasan pemukiman dan pengembangan daerah perkotaan, kawasan industri dan perdagangan dengan kata lain perubahan penggunaan lahan mencerminkan dampak

aktivitas manusia terhadap lingkungan yang membuat jumlah ketersediaan air semakin lama semakin berkurang dan terjadi pencemaran yang berdampak kepada air yang dibutuhkan oleh masyarakat. Hal ini terjadi pada sungai yang berada di Kabupaten Toraja Utara yaitu Sungai Saddang. Sungai Saddang yang merupakan sungai lintas provinsi (Provinsi Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat). Dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRWN) Toraja Utara merupakan kawasan strategis di Sulawesi Selatan sebagai Kawasan hutan lindung, secara geografis merupakan salah satu kabupaten yang memiliki topografi pegunungan dengan penggunaan lahan dominan hutan. Hal ini menyebabkan potensi air yang dimiliki cukup besar, sehingga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air. Kondisi aliran Sungai mengalami degradasi kualitas air akibat pencemaran dari limbah domestik dan non domestik. Sumber pencemar berasal dari pemukiman penduduk, industri, pusat perdagangan. Salah satu pusat perdagangan yaitu pasar ternak, selain tempat perdagangan kebutuhan bahan pokok juga terdapat lokasi khusus untuk perdagangan ternak khususnya kerbau dan babi. Keberadaan pasar tersebut memberikan kontribusi yang sangat besar terhadap Pemerintah dan masyarakat di Kabupaten Toraja Utara selain sebagai sumber pendapatan daerah, pasar ternak ini juga merupakan destinasi wisata karena keunikan pasar tersebut. Jumlah ternak yang banyak menimbulkan permasalahan terhadap lingkungan karena limbah yang dihasilkan belum mendapatkan penanganan dengan baik. Limbah

dari ternak langsung terbuang kedalam saluran alam dan buatan menuju ke Sungai Saddang yang berjarak 64 meter dari pasar ternak sehingga perlu dilakukan langkah-langkah pengembangan teknologi pengolahan dan pelestarian sumber daya air dengan menentukan sebaran polutan yang diakibatkan oleh limbah ternak dan menentukan metode pengelolaannya sehingga konservasi Sumber Daya Air berupa perlindungan ruas restorasi sungai dan daerah alirannya, sehingga fungsi sumber daya air agar senantiasa tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup baik pada waktu sekarang maupun yang akan datang.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis merasa perlu melakukan penelitian melakukan pemetaan kualitas air di sekitar pasar ternak tersebut yang pembuangan limbah cairnya langsung menuju ke sungai dengan judul **“PEMETAAN KUALITAS AIR PADA KAWASAN RENCANA IPAL DI DAS SADDANG”**.

## **B. Rumusan Masalah**

Perumusan masalah dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Bagaimana menganalisis kualitas air yang terjadi di sungai Saddang akibat limbah yang berasal dari Pasar ternak?
2. Bagaimana memetakan sebaran atau distribusi polutan air yang dialirkan oleh sungai Saddang?

### **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah tersebut di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk menganalisis tingkat polutan akibat limbah cair ternak di kawasan peternakan
2. Memetakan distribusi tingkat polutan pencemaran air sungai Saddang

### **D. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Dapat dijadikan sebagai acuan dalam pemberian informasi yang efektif, efisien dan berkelanjutan.
2. Dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan permasalahan tersebut.
3. Manfaat pemetaan yaitu menggambarkan distribusi tingkat polutan pencemaran air Sungai Saddang.

### **E. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam melaksanakan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian di Daerah Aliran Sungai (DAS) Saddang
2. Air limbah yang akan diolah pada penelitian ini hanya limbah cair dari pasar hewan ternak



3. Untuk menggambarkan distribusi spasial pencemaran air Sungai Saddang dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) yaitu *ArcGIS*, Data DEM (*Digital Elevation Model*) DEMNAS 2013-22v1.0, dan Peta RBI kabupaten Toraja Utara
4. Pengambilan Sampel pada 6 titik dan pengujian baku mutu air dengan Metode STRORET, Metode Indeks Pencemaran dan Pengujian Laboratorium berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.115 tahun 2003 tentang pedoman penentuan status mutu air.
5. Menggunakan parameter dengan baku mutu yang telah ditetapkan sesuai PP No. 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.

#### **F. Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

#### **BAB 1. PENDAHULUAN**

Pendahuluan memuat suatu gambaran secara singkat dan jelas tentang latar belakang mengapa penelitian ini perlu dilaksanakan. Dalam pendahuluan ini juga memuat rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan tugas akhir ini.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini diuraikan mengenai konsep teori yang relevan dan memberikan gambaran mengenai metode pemecahan masalah yang akan digunakan pada penelitian ini.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

Bab ini menyajikan tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan penelitian, benda uji, dan prosedur penelitian.

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijabarkan mengenai hasil penelitian dan pembahsan.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan penutup dari keseluruhan penulisan tugas akhir yang berisi tentang kesimpulan yang disertai dengan saran-saran mengenai keseluruhan penelitian maupun untuk penelitian yang akan datang.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL)

Dalam kesehariannya, manusia selalu menghasilkan limbah yang berasal dari aktivitas sehari-hari, seperti mencuci piring, mandi, menyiram tanaman maupun dari kakus, sehingga diperlukan perencanaan instalasi air limbah untuk suatu kota dengan pertimbangan kebersihan, kesehatan dan keamanan (fisik maupun alam). Pengelolaan air limbah memerlukan sarana dan prasarana penyaluran dan pengolahan. Pengolahan air limbah permukiman dapat ditangani melalui sistem setempat (*on site*) ataupun melalui sistem terpusat (*off site*).

Pengolahan limbah cair bertujuan untuk menghilangkan atau menyisihkan kontaminan. Kontaminan dapat berupa senyawa organik yang dinyatakan oleh nilai BOD, COD, nutrient, senyawa toksik, mikroorganisme patogen, padatan tersuspensi maupun terlarut (Metcalf dan Eddy, 2004). Pengolahan limbah cair dapat diklasifikasikan ke dalam tiga metode yaitu pengolahan fisik, kimia dan biologi. Penerapan masing-masing metode tergantung pada kualitas limbah dan kondisi fasilitas yang tersedia. Pengolahan fisik merupakan metode pengolahan dimana diaplikasikan proses fisik seperti *screening*, *mixing*, *flokulasi*, *sedimentasi*, *flotasi*, filtrasi dan transfer gas. Pengolahan kimia merupakan metode pengolahan dimana penyisihan atau konversi kontaminan terjadi karena penambahan bahan kimia dan melewati reaksi kimia seperti

presipitasi, adsorpsi dan disinfeksi. Sedangkan Pengolahan biologi merupakan metode pengolahan dimana kontaminan disisihkan melalui aktivitas biologi yang ditujukan untuk menghilangkan substansi organik *biodegradable* dalam limbah cair (Metcalf dan Eddy,2004)

## **B. Daerah Aliran Sungai (DAS)**

Menurut Prawijiwuri (2011), ekosistem sungai merupakan suatu ekosistem yang kompleks di mana mencakup keseluruhan wilayah tangkapan air berdasarkan batas-batas fisik muka bumi yang dikenal dengan daerah aliran sungai (DAS). Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau laut secara alami, di mana daratan yang dibatasi oleh topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Pratiwi dkk, 2015).

Pertambahan penduduk dan perkembangan ekonomi yang menyebabkan meningkatnya pemanfaatan sumber daya alam dapat mengakibatkan kerusakan DAS dalam kurun waktu yang cepat, kebijakan yang belum berpihak kepada pelestarian sumber daya alam, serta masih kurangnya kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam konteks pemanfaatan dan pelestarian sumber daya alam. Hal ini sangat

berdampak pada DAS yang lambat laun mencapai tingkat kritis bahkan sangat kritis (Dewi dkk, 2012).

DAS memiliki fungsi yang sangat penting bagi kehidupan. Karena dalam DAS terdapat suatu sistem yang berjalan dan terdiri dari berbagai komponen. DAS dapat dibagi menjadi tiga bagian menurut pengelolaannya, yaitu DAS bagian hulu, tengah, dan hilir. DAS di bagian hulu amat penting sebagai penyimpan air, penyedia air untuk industri, potensi pembangkit listrik, dan yang tak kalah penting sebagai penyeimbang ekologis di dalam system DAS. DAS bagian tengah merupakan wilayah dimana adanya permukiman serta kegiatan-kegiatan yang dilakukan oleh manusia. Sementara di bagian hilir banyak terdapat lokasi-lokasi industri. Penggunaan tanah sebagai pencerminan aktivitas penduduk akan memengaruhi kondisi suatu DAS sehingga bisa berpengaruh terhadap kualitas serta kuantitas air sungai yang ada (Kusumawardani, 2009).

DAS disebut juga sebagai watershed atau catchmen area. DAS ada yang kecil dan ada juga yang sangat luas. DAS yang sangat luas biasa terdiri dari beberapa sub DAS dan sub DAS dapat terdiri dari beberapa sub-sub DAS, tergantung banyaknya anak sungai dari cabang sungai yang ada, yang merupakan bagian dari suatu system sungai utama (Asdak, 1995).

### **C. Kondisi dan Pemanfaatan Sungai Saddang**

Sungai Saddang terletak di tengah-tengah atau mengalir ke Kabupaten Toraja Utara dan Tana Toraja dengan ditambah beberapa anak Sungai Saddang itu sendiri. Sungai Saddang yang melintasi Toraja Utara dan Tana Toraja ini memiliki panjang sekitar 182 km dan lebar rata-rata 80 meter, dengan jumlah anak sungai sebanyak 294.

Daerah aliran sungai Saddang (DAS) menjadi sumber pengairan di Pangli dan digunakan sebagai sumber air baku PDAM Toraja Utara, serta dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga air (PLTA) di Malea Tana toraja. Selain Kabupaten Toraja Utara dan Tana Toraja daerah aliran sungai (DAS) Saddang diketahui mengalir dan menjadi sumber pengairan untuk beberapa daerah tetangga seperti Enrekang, Sidrap dan Pinrang, bahkan aliran sungai ini menjadi penyuplai terbesar untuk energi pembangkit listrik tenaga air Bakaru. Selain daerah-daerah itu dua daerah lainnya yakni Luwu dan Luwu Utara mendapatkan pasokan air yang bersumber dari kabupaten Toraja Utara (Harni Eirene Tarru dkk, 2014).

### **D. Sistem Informasi Geografis**

Sistem Informasi Geografis adalah sistem informasi yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, memanggil kembali, mengolah, menganalisa, dan menghasilkan data bereferensi geografis atau geospasial, untuk mendukung pengambilan keputusan dalam suatu perencanaan (Budiyanto,2003)

Sistem Informasi Geografis dapat dimanfaatkan untuk mempermudah dalam mendapatkan data-data yang telah diolah dan tersimpan sebagai atribut suatu lokasi atau obyek. Data-data yang diolah dalam SIG pada dasarnya terdiri dari data spasial dan data atribut dalam bentuk digital. Sistem ini merelasikan data spasial (lokasi geografis) dengan data non spasial, sehingga para penggunanya dapat membuat peta dan menganalisa informasinya dengan berbagai cara. SIG merupakan alat yang handal untuk menangani data spasial, dimana dalam SIG data dipelihara dalam bentuk digital sehingga data ini lebih padat dibanding dalam bentuk peta cetak, table, atau dalam bentuk konvensional lainnya yang akhirnya akan mempercepat pekerjaan dan meringankan biaya yang diperlukan (Barus dan Wiradisastira, 2000 dalam As Syakur 2007).

Ada beberapa alasan yang mendasari mengapa perlu menggunakan SIG, menurut Anon (2003, dalam As Syakur 2007) alasan yang mendasarinya adalah:

1. SIG menggunakan data spasial maupun atribut secara terintegrasi
2. SIG dapat memisahkan antara bentuk presentasi dan basis data
3. SIG memiliki kemampuan menguraikan unsure-unsur yang ada di permukaan bumi ke dalam beberapa *layer* atau *coverage* data spasial
4. SIG memiliki kemampuan yang sangat baik dalam memvisualisasikan data spasial berikut atributnya

5. Semua operasi SIG dapat dilakukan secara interaktif
6. SIG dengan mudah menghasilkan peta -peta tematik
7. SIG sangat membantu pekerjaan yang erat kaitanya dengan bidang spasial dan geoinformatika.

SIG berhubungan dengan data spasial dan data non-spasial. Data spasial didefinisikan sebagai data yang memiliki nilai posisi, sedangkan data non spasial adalah data yang tidak memiliki nilai posisi. Data spasial yang dalam ArcGIS dapat dikelompokkan menjadi dua tipe, yaitu data vektor dan raster. Data vektor merupakan data yang disimpan dalam susunan koordinat (x, y) dalam bentuk titik (point), yang mana setiap titik dapat dihubungkan untuk membentuk garis (polyline), atau membentuk garis tertutup (polygon). Sehingga data vektor memiliki beberapa tipe fitur, yaitu point, line dan polygon. Data raster merupakan data yang terdiri dari elemen (sel/pixel), yang mana setiap elemen tersebut memiliki nilai tertentu. data raster merepresentasikan ruang dalam susunan sel. Data raster digunakan dalam SIG untuk data kontinyu seperti citra satelit, foto udara, model elevasi digital (DEM), kelas lereng dan sebagainya (Raharjo dan Ikhsan, 2015).

### **E. Analisa Spasial dan Data Spasial**

Karakteristik utama Sistem Informasi Geografi adalah kemampuan menganalisis sistem seperti analisa statistik dan overlay yang disebut analisa spasial. Analisa dengan menggunakan Sistem Informasi Geografi



yang sering digunakan dengan istilah analisa spasial ,tidak seperti sistem informasi yang lain yaitu dengan menambahkan dimensi 'ruang (space)' atau geografi. Kombinasi ini menggambarkan attribut-attribut pada bermacam fenomena seperti umur seseorang, tipe jalan, dan sebagainya, yang secara bersama dengan informasi seperti dimana seseorang tinggal atau lokasi suatu jalan (Keele,1997).

Data Spasial merupakan data yang menunjuk posisi geografi dimana setiap karakteristik memiliki satu lokasi yang harus ditentukan dengan cara yang unik. Untuk menentukan posisi secara absolut berdasar sistem koordinat. Untuk area kecil, sistem koordinat yang paling sederhana adalah grid segiempat teratur. Untuk area yang lebih besar, berdasarkan proyeksi kartografi yang umum digunakan (Tuman,2001).

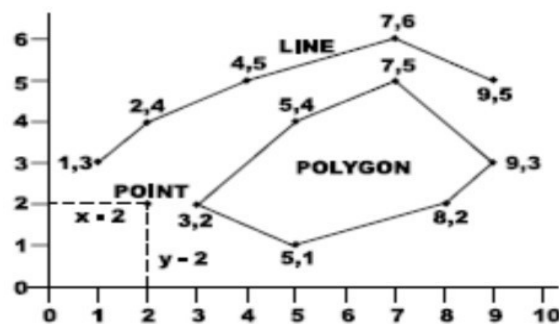
Data Spasial adalah elemen – elemen yang bisa disimpan dalam bentuk peta / ruang . Elemen-elemen ini dikumpulkan menjadi lokasi yang dikenali secara unik pada permukaan bumi. Data spasial juga digambarkan sebagai “beberapa data menyangkut fenomena dengan daerah yang besar” dalam dua atau lebih dimensi (Peuquet dan Marble, 1990).

### **E.1 Format Data Spasial**

Secara sederhana format dalam bahasa komputer berarti bentuk dan kode penyimpanan data yang berbeda antara file satu dengan lainnya. Dalam SIG, data spasial dapat direpresentasikan dalam dua format yaitu Data Vektor dan Data Raster:

## 1) DATA VEKTOR

Data vektor merupakan bentuk bumi yang direpresentasikan ke dalam kumpulan garis, area (daerah yang dibatasi oleh garis yang berawal dan berakhir pada titik yang sama), titik dan nodes yang merupakan titik perpotongan antara dua buah garis (PPPPTK,2016). Keuntungan utama dari format data vektor adalah ketepatan dalam merepresentasikan fitur titik, batasan dan garis lurus. Hal ini sangat berguna untuk analisa yang membutuhkan ketepatan posisi, misalnya pada basis data batas-batas kadaster. Contoh penggunaan lainnya adalah untuk mendefinisikan hubungan spasial dari beberapa fitur. Seperti pada Gambar 1



**Gambar 1.** Bentuk Data Vektor (PPPPTK,2016)

Pada Gambar 1 menunjukkan beberapa bentuk – bentuk data vektor yaitu bentuk titik, bentuk garis dan bentuk polygon.

## 2) DATA RASTER

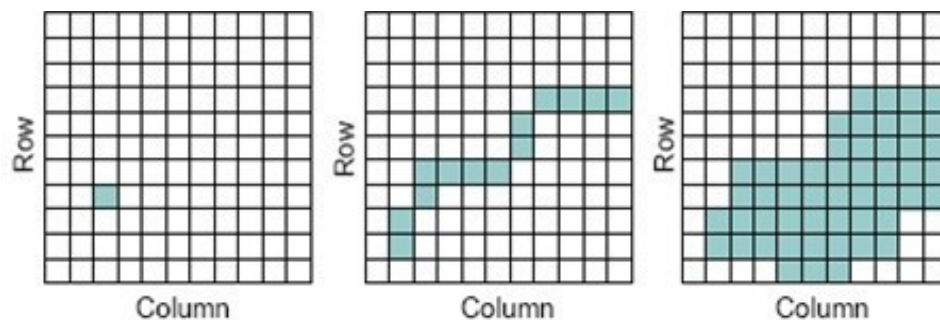
Data raster (atau disebut juga dengan sel grid) adalah data yang dihasilkan dari sistem penginderaan jauh. Pada data raster, obyek geografis direpresentasikan sebagai struktur sel grid yang disebut dengan pixel (*picture element*). Bentuk data raster

merupakan gambar (*image*) atau citra yang berbentuk digital. Resolusi dari data ini adalah pixel. Semakin besar pixel yang dimiliki, maka semakin bagus (besar) resolusinya. Dengan kata lain, resolusi pixel menggambarkan ukuran sebenarnya di permukaan bumi yang diwakili oleh setiap pixel pada citra. Semakin kecil ukuran permukaan bumi yang direpresentasikan oleh satu sel, semakin tinggi resolusinya. Data raster sangat baik untuk merepresentasikan batas-batas yang berubah secara gradual, seperti jenis tanah, kelembaban tanah, vegetasi, suhu tanah dan sebagainya. Keterbatasan utama dari data raster adalah besarnya ukuran file. Semakin tinggi resolusi pixel-nya, semakin besar pula ukuran filenya dan pemrosesannya sangat tergantung pada kapasitas *hardware* komputer yang tersedia. Data raster diperoleh dari foto atau *scanning*. Ketika data raster dibuka dalam ArcGIS, maka ada data yang belum memiliki patokan (referensi) koordinat, namun ada juga yang sudah, oleh karenanya untuk menggunakannya lebih lanjut, maka akan dilakukan proses *georeferencing* yang bertujuan untuk menyesuaikan dengan letak (koordinat) sebenarnya. Dalam model data raster setiap lokasi direpresentasikan sebagai suatu posisi sel. Sel ini diorganisasikan dalam bentuk kolom dan baris sel-sel dan biasa disebut sebagai grid. Dengan kata lain, model data raster menampilkan, menempatkan, dan menyimpan data spasial dengan menggunakan

struktur matriks atau piksel-piksel yang membentuk grid. Setiap piksel atau sel ini memiliki atribut tersendiri, termasuk koordinatnya yang unik. Setiap baris matrik berisikan sejumlah sel yang memiliki nilai tertentu yang merepresentasikan suatu fenomena geografik. Nilai yang dikandung oleh suatu sel adalah angka yang menunjukkan data nominal. Akurasi model data ini sangat bergantung pada resolusi atau ukuran pikselnya di permukaan bumi. Pada model data raster, matriks atau *array* diurutkan menurut koordinat kolom ( $x$ ) dan barisnya ( $y$ ). Pada sistem koordinat piksel monitor komputer, titik asal sistem koordinat raster terletak di sudut kiri atas. Nilai absis ( $x$ ) akan meningkat ke arah kanan, dan nilai ordinat ( $y$ ) akan membesar ke arah bawah. Namun walaupun demikian sistem koordinat ini sering pula ditransformasikan sehingga titik asal sistem kordinat terletak di sudut kiri bawah, makin ke kanan nilai absisnya ( $x$ ) akan meningkat dan nilai ordinatnya ( $y$ ) makin meningkat jika bergerak ke arah atas. Entitas spasial raster disimpan di dalam layer yang secara fungsi dihubungkan dengan unsur-unsur petanya.

Contoh sumber-sumber entitas spasial raster antara lain (PPPPTK,2016) adalah citra satelit, misalnya NOAA. Spot, Landsad Ikonos, dan lain sebagainya. Selain itu juga bisa berasal dari citra radar, dan model ketinggian digital seperti DTM atau DEM dalam model data raster. Selain itu, model raster juga mampu

memberikan informasi spasial apa yang terjadi dan lokasi kejadian dalam bentuk gambaran yang digeneralisasi. Dengan model ini, dunia nyata disajikan sebagai elemen matriks atau sel grid yang homogen. Dengan model data raster, data geografi ditandai oleh nilai-nilai elemen matriks persegi panjang dari suatu objek. Dengan demikian, secara konseptual, model data raster merupakan model data spasial yang paling sederhana. Dalam aplikasinya, data raster dapat dikonversi ke sistem koordinat geo-referensi. Hal ini dapat dilakukan dengan cara meregistrasi sistem grid raster ke sistem koordinat geo-referensi yang diinginkan. Dengan demikian setiap sel pada grid memiliki posisi geo-referensi. Dengan adanya sistem georeferensi tersebut, maka sejumlah set data raster dapat ditata sedemikian sehingga memungkinkan dilakukan analisis spasial.

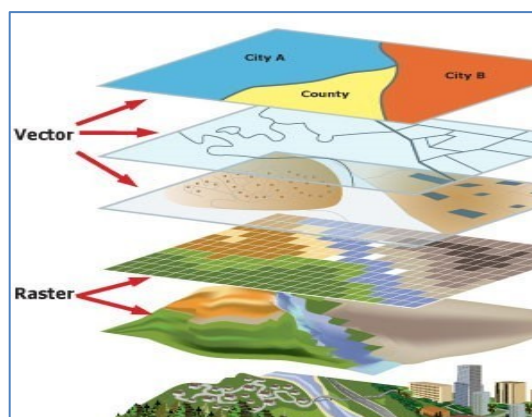


**Gambar 2.** Bentuk Data Raster

Pada **Gambar 2.** menunjukkan beberapa bentuk – bentuk data raster yang digambarkan dalam bentuk grid. Pemilihan format data yang digunakan sangat tergantung pada tujuan penggunaan, data yang tersedia, volume data yang dihasilkan, ketelitian yang

diinginkan, serta kemudahan dalam analisa. Data vektor relatif lebih ekonomis dalam hal ukuran file dan presisi dalam lokasi, tetapi sangat sulit untuk digunakan dalam komputasi matematik. Sedangkan data raster biasanya membutuhkan ruang penyimpanan file yang lebih besar dan presisi lokasinya lebih rendah, tetapi lebih mudah digunakan secara matematis (PPPPTK,2016). Resolusi suatu data raster akan merujuk pada ukuran permukaan bumi yang direpresentasikan oleh setiap piksel. Semakin kecil ukuran atau luas permukaan bumi yang dapat direpresentasikan oleh setiap pikselnya, maka tinggi resolusi spasialnya.

Sebagai ilustrasi, Gambar 3. dibawah ini menunjukkan tampilan yang berisikan unsur- spasial bergeometri titik, garis dan polygon pada model data raster maupun vektor.



**Gambar 3.** Contoh Tampilan Model Data Raster dan Vektor

Akumulasi dari data vektor dan raster, akan menjadi data yang terintegrasi menjadi sistem basis data spasial.

## **E.2 Data Non Spasial**

Data Non Spasial yaitu data yang tidak memiliki orientasi keruangan (geografis) ataupun sistem koordinat dalam penggambarannya, atau hanya bersifat sebagai atribut saja (keterangan pelengkap). Dalam metode pengumpulan data non spasial atau data atribut adalah data berbentuk tabel dimana tabel tersebut berisi informasi-informasi yang dimiliki oleh obyek dalam data spasial seperti : anotasi, tabel, hasil pengukuran, kategori obyek, penjelasan hasil analisis/prediksi dan lain sebagainya. Data non-spasial dapat dikategorikan ke dalam beberapa bentuk sebagai berikut (PPPPTK, 2016):

- a. Format Tabel: Kata-kata, kode alfanumerik, angka. Contoh: hasil proses, indikasi, atribut
- b. Format Laporan: Teks, deskripsi. Contoh: perencanaan, laporan proyek, pembahasan
- c. Format Pengukuran: Angka, hasil. Contoh: jarak, inventarisasi, luas dll;
- d. Format Grafik Anotasi: Kata-kata, angka-angka, simbol. Contoh: nama objek, legend, grafik/peta. Contoh: data objek permukiman.

Berdasarkan uraian diatas, maka secara umum dapat dipahami bahwa baik data vektor, raster, spasial maupun data non spasial

masing-masing memiliki fungsi tersendiri, dimana setiap data tersebut saling melengkapi dan terintegrasi untuk membuat atau menghasilkan peta berbasis SIG.

Data atribut disimpan terpisah dari data koordinat. Setiap identitas dari fitur dapat dihubungkan dengan tabel atribut masing-masing : tabel atribut untuk titik, tabel atribut untuk garis dan tabel atribut untuk area. Data atribut biasanya disimpan dalam database yang terpisah dari software GIS.

#### **F. Sistem Informasi Spasial Berbasis ArcMap**

ArcMap GIS adalah *software* yang dikeluarkan oleh *Environmental Systems Research Institute* (ESRI). Perangkat lunak ini memberikan fasilitas teknis yang berkaitan dengan pengelolaan data spasial. Kemampuan grafis yang baik dan kemampuan teknis dalam pengolahan data spasial tersebut memberikan kekuatan secara nyata pada ArcMap untuk melakukan analisis spasial. Kekuatan analisis inilah yang pada akhirnya menjadikan ArcMap banyak diterapkan dalam berbagai pekerjaan, seperti analisis pemasaran, perencanaan wilayah dan tata ruang, sistem informasi persil, pengendalian dampak lingkungan, bahkan untuk keperluan militer (Budiyanto,2010).

Keuntungan-keuntungan jika bekerja dengan menggunakan data spasial ArcMap adalah sebagai berikut (Izzi,*et.al.*,2009):



1. Proses penggambaran (*draw*) atau penggambaran ulang (*redraw*) dari *features* petanya dapat dilakukan dengan relatif cepat.
2. Informasi atribut dan geometriknya dapat diedit.
3. Dapat dikonversikan kedalam format-format data spasial lainnya.
4. Memungkinkan untuk proses *on-sceen digitizing*.

### **G. Parameter Kualitas Air**

Kualitas air menyatakan tingkat kesesuaian air untuk dipergunakan bagi pemenuhan tertentu kehidupan manusia, seperti untuk air minum, mengairi tanaman, minuman ternak dan sebagainya (Arsyad, 1989). Salah satu potensi sumber daya air yang strategis dan banyak dimanfaatkan untuk berbagai aktivitas pembangunan adalah air sungai. Air sungai merupakan sumberdaya alam yang potensial menerima beban pencemaran limbah kegiatan manusia seperti: kegiatan industri, pertanian, perdagangan, peternakan dan rumah tangga. Akibat menurunnya kualitas air, kuantitas air yang memenuhi kualitas menjadi berkurang. Mengingat sungai merupakan sumberdaya air yang penting untuk menunjang pembangunan ekonomi dan kesejahteraan manusia, maka fungsi sungai sebagai sumberdaya air harus dilestarikan agar dapat menunjang pembangunan secara berkelanjutan. Menurut Direktorat Pengendali Masalah Air (1975) dalam Wardhani (2002), pencemaran air merupakan segala pengotoran atau penambahan organisme atau zat-zat lain ke dalam air, sehingga mencapai tingkat yang mengganggu penggunaan dan

pemanfaatan serta kelestarian perairan tersebut. Masalah pencemaran air berhubungan erat dengan kualitas air. Data kualitas air dibutuhkan dalam manajemen sungai sebagai dasar untuk penentuan karakteristik fisik dan kimia sungai. Sungai memiliki kualitas air yang selalu berubah dari waktu ke waktu (dinamis). Perubahan ini dapat disebabkan oleh musim, jenis dan jumlah limbah yang masuk serta debit. Menurut Alaerts dan Santika (1984) dalam Wardhani (2002), terdapat sumber pencemar yang diakibatkan oleh perubahan sesuatu faktor dalam sungai. Misalnya pada musim hujan, air hujan mengadakan pengotoran dan akan terjadi pengenceran (konsentrasi pencemar yang mungkin ada dapat berkurang). Tetapi ada faktor lain yang berubah yaitu akibat kecepatan aliran dalam sungai atau saluran bertambah. Endapan pada dasar sungai dapat tergerus dan terbawa oleh aliran sungai sehingga kekeruhan naik secara drastis dan endapan sungai yang sudah membusuk pada dasar sungai tersebut bercampur dengan air yang segar pada lapisan atas. Dalam hal ini pencemaran akan terjadi tergantung dari mampu tidaknya efek penggelontoran air mengimbangi efek bertambahnya kekeruhan dan endapan organik yang tergerus tadi. Air yang memenuhi syarat yaitu syarat Fisika, Kimia dan Mikrobiologi sebagai berikut:

### **1. Syarat Fisika**

- a. Warna. Air yang layak dikonsumsi tidak berwarna (jernih), apabila air berwarna, itu menandakan air tersebut sudah tercemar oleh banyak kontaminan. Warna dipersyaratkan dalam air minum untuk

- masyarakat karena pertimbangan estetika. Ada 2 (dua) macam warna pada air yaitu *apparent color* dan *true color*. *Apparent color*, ditimbulkan karena adanya benda-benda zat tersuspensi dari bahan organik. Hal ini lebih mudah diatasi dibanding dengan jenis *true color*. *True color* adalah warna yang ditimbulkan oleh zat-zat bukan zat organik.
- b. Bau. Air yang berbau dapat menjadi indikasi air tersebut tidak layak konsumsi dan telah tercemar. Bau yang bisa terdapat dalam air adalah bau busuk, amis dan sebagainya. Bau dan rasa biasanya terdapat bersama-sama dalam air.
  - c. Rasa. Secara fisik air minum tidak berasa (tawar). Rasa seperti asin, manis, pahit dan asam tidak boleh terdapat dalam air minum untuk masyarakat.
  - d. TDS (*Total Dissolve Solid*). TDS adalah jumlah zat padat yang terlarut dalam air, nilainya adalah maksimal 1000 mg/l untuk air bersih dan 100 mg/l untuk air minum.
  - e. Kekeruhan. Terjadi karena banyak faktor, bisa tercampur oleh tanah, debu, pasir, dan zat lainnya yang tidak larut dalam air. Air yang baik tidak memiliki nilai kekeruhan.
  - f. Suhu. Suhu secara langsung atau tidak langsung sangat dipengaruhi oleh sinar matahari. Panas yang dimiliki oleh air akan mengalami perubahan secara perlahan-lahan antara siang dan malam serta dari musim ke musim. Selain itu, air mempunyai sifat

dimana berat jenis maksimum terjadi pada suhu 4°C dan bukan pada titik beku. Suhu air sangat berpengaruh terhadap jumlah oksigen terlarut di dalam air. Jika suhu tinggi, air akan lebih cepat jenuh dengan oksigen dibanding dengan suhunya rendah.

## 2. Syarat Kimia

- a. *Dissolved Oxygen* (DO) Oksigen terlarut (DO) atau sering juga disebut dengan kebutuhan oksigen (*Oxygen demand*) merupakan salah satu parameter penting dalam analisis kualitas air. Nilai DO yang biasanya diukur dalam bentuk konsentrasi ini menunjukkan jumlah oksigen (O<sub>2</sub>) yang tersedia dalam suatu badan air.
- b. *Chemical Oxygen Demand* (COD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat dalam air, secara kimia. Atau kebutuhan oksigen kimia untuk reaksi oksidasi terhadap bahan buangan di dalam air.
- c. Kesadahan. Standar kesadahan total adalah 500 mg/l, jika melebihi akan dapat menimbulkan beberapa resiko seperti:
  - 1) mengurangi efektivitas sabun,
  - 2) terbentuknya lapisan kerak putih pada alat dapur,
  - 3) kemungkinan terjadi ledakan pada boiler,
  - 4) sumbatan pada pipa air
- d. pH. Adalah nilai tingkat keasaman atau basa dari air. Nilai pH yang normal antara 6 – 8. apabila nilai pH kurang dari 6 disebut asam dan sebaliknya jika melebihi 8 disebut basa.

- e. Nitrit ( $\text{NO}_2$ ) dan Nitrat ( $\text{NO}_3$ ). Kadar maksimum yang diperbolehkan untuk Nitrat dan Nitrit dibagi menjadi 4 kelas air. Nitrat untuk Kelas 1 – 2 kadar maksimumnya 10 mg/l sedangkan untuk kelas 3 – 4 kadar maksimumnya 20 mg/l. Nitrit untuk Kelas 1 – 3 kadar maksimumnya 0,06 mg/l sedangkan untuk kelas 4 tidak dipersyaratkan.
- f. Timbal (Pb). Logam berat yang dapat menjadi penyebab pencemaran air salah satunya adalah logam timbal (Pb). Air sumur yang tercemar logam timbal (Pb) dapat menimbulkan adanya risiko bagi kesehatan apabila dikonsumsi. Daya racun timbal yang akut pada perairan alami menyebabkan hambatan perkembangan mental pada anak, kerusakan pada ginjal, sistem reproduksi, hati, dan otak, serta sistem syaraf pusat, dan bisa menyebabkan kematian.
- g. Besi (Fe). Dalam jumlah kecil zat besi dibutuhkan oleh tubuh untuk pembentukan sel-sel darah merah. Kandungan zat besi di dalam air yang melebihi batas akan menimbulkan gangguan. Standar kualitas ditetapkan 0,1 – 1.0 mg/l.
- h. Mangan (Mn). Tubuh manusia membutuhkan mangan rata-rata 10 mg/l sehari yang dapat dipenuhi dari makanan. Mangan bersifat toksik terhadap organ pernafasan. Standar kualitas ditetapkan 0,05 – 0,5 mg/l dalam air.

- i. Cadmium (Cd). Cadmium merupakan zat beracun yang bersifat akumulasi dalam jaringan tubuh sehingga dapat menyebabkan batu ginjal, gangguan lambung, kerapuhan tulang, mengurangi hemoglobin darah dan pigmentasi gigi. Selain itu cadmium juga bersifat karsinogenik.
- j. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik bahwa bahan organik yang terdekomposisi dalam BOD adalah bahan organik yang siap terdekomposisi (*Readily decomposable organic matter*).

### 3. Syarat Mikrobiologi

- a. Bakteri coli. Bakteri *coliform* merupakan grup bakteri Gram negatif berbentuk batang dan beberapa galur dari bakteri tersebut, terutama *Escherichia coli* diketahui dapat mengakibatkan diare pada manusia dan hewan. Dapat juga menyebabkan kematian.

### H. Beban Pencemaran

Beban Pencemaran sungai adalah jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air sungai atau pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lainnya kedalam air oleh kegiatan manusia sehingga menyebabkan

turunnya kualitas air sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Sumber Pencemaran air berdasarkan karakteristik limbah yang dihasilkan terdiri dari sumber limbah domestik dan sumber limbah non domestik.

Sumber bahan pencemar yang masuk ke pengairan dapat berasal dari buangan (Muhammad, 2014) yang diklasifikasikan:

- a. *Point Source Discharge* (sumber titik) yaitu sumber pencemar yang dapat diketahui secara pasti dapat berupa suatu lokasi seperti air limbah industri maupun domestik serta saluran drainase.
- b. *Nonpoint Source* (sebaran menyebar) berasal dari sumber yang tidak diketahui secara pasti. Pencemar masuk ke perairan melalui limpasan (*run off*) dari wilayah pertanian pemukiman dan perkotaan.

Sumber pencemaran dapat berasal dari beberapa sumber, yaitu:

- a. Limbah Industri dan Perdagangan

Limbah industri dan Perdagangan dapat mengandung bahan organik maupun anorganik. Bahan pencemar yang berasal dari limbah industri dan perdagangan langsung mengalir ke badan Sungai dan meresap kedalam air tanah yang dikonsumsi masyarakat sehari-hari untuk minum, memasak, mandi, dan berkumur.

b. Limbah Pertanian

Penggunaan pupuk dan pestisida secara berlebihan dapat mengakibatkan pencemaran air. Sisa pestisida di perairan dapat meresap ke dalam tanah, sehingga mencemari air tanah.

c. Limbah Pemukiman

Salah satu penyebab pencemaran air adalah aktivitas manusia yang kemudian menciptakan limbah (sampah) pemukiman atau limbah rumah tangga. Pemukiman menghasilkan limbah, misalnya sampah dan air buangan. Air buangan dari pemukiman biasanya mempunyai komposisi yang tinggi dari ekskreta (tinja dan urin), air bekas cucian dapur dan kamar mandi, dimana sebagian besar merupakan bahan-bahan organik. Limbah pemukiman dapat mencemarkan air permukaan, air tanah, dan lingkungan hidup. Sumber pencemaran yang dapat mempengaruhi kualitas bakteriologi sumber air bersih adalah jarak jamban dan septik tank yang kurang dari 10 meter.

d. Limbah Peternakan

Air limbah peternakan atau potong hewan sangat potensial mencemari lingkungan, karena mengandung polutan organik yang cukup tinggi. Beberapa jenis peternakan yang banyak dijumpai antara lain peternakan dan rumah potong sapi, ayam dan babi, kerbau.



## I. Penentuan Status Mutu Air

### I.1 Metode Indeks Pencemaran (IP)

Sebagai metode berbasis indeks, metode IP dibangun berdasarkan dua indeks kualitas. Yang *pertama* adalah indeks rata-rata (IR). Indeks ini menunjukkan tingkat pencemaran rata-rata dari seluruh parameter dalam satu kali pengamatan. Yang kedua adalah indeks maksimum (IM). Indeks ini menunjukkan satu jenis parameter yang dominan menyebabkan penurunan kualitas air pada satu kali pengamatan (Marganingrum, 2013).

Rumus yang digunakan untuk menghitung Indeks Pencemaran (IP) :

$$IP_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2}{2}} \dots\dots\dots(1)$$

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

Status mutu air berdasarkan hasil perhitungan Indeks Pencemaran sebagai berikut :

**Tabel 1.** Penentuan status mutu air metode IP

No	Skor IP	Deskripsi
1	0 – 1,0	Kondisi Baik
2	1,1 – 5,0	Cemar Ringan
3	5,1 – 10	Cemar Sedang
4	>10	Cemar Berat

Sumber : Kepmen LH No. 115 Tahun 2003

Perhitungan IP sesuai dengan pedoman yang ada pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003 dilakukan sesuai dengan prosedur berikut:

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 :

$$\left( \frac{C_i}{L_{ij}} \right)_{baru} = \frac{C_{im} - C_i \text{ (hasil pengukuran)}}{C_{im} - L_{ij}} \dots\dots\dots(2)$$

4.b. Jika nilai baku  $L_{ij}$  memiliki rentang

- untuk  $C_i \leq L_{ij}$  rata-rata

$$\left( \frac{C_i}{L_{ij}} \right)_{baru} = \frac{[C_i - (L_{ij})_{rata-rata}]}{\{(L_{ij})_{minimum} - (L_{ij})_{rata-rata}\}} \dots \dots \dots (3)$$

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

$$\left( \frac{C_i}{L_{ij}} \right)_{baru} = \frac{[C_i - (L_{ij})_{rata-rata}]}{\{(L_{ij})_{maksimum} - (L_{ij})_{rata-rata}\}} \dots \dots \dots (4)$$

4.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  $(C_i/L_{ij})_{Baru}$  jika nilai  $(C_i/L_{ij})_{hasil\ pengukuran}$

lebih besar dari 1,0.

$$\left( \frac{C_i}{L_{ij}} \right)_{baru} = 1,0 + P. \log \left( \frac{C_i}{L_{ij}} \right)_{hasil\ pengukuran} \dots \dots \dots (5)$$

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).

4. Tentukan nilai rata-rata dan nilai maksimum dari keseluruhan  $C_i/L_{ij}$

$((C_i/L_{ij})_R$  dan  $(C_i/L_{ij})_M$ ).

5. Tentukan harga  $IP_j$

$$IP_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2}{2}} \dots \dots \dots (6)$$

## I.2 Metode STORET

Metode Storet merupakan salah satu metode yang biasa digunakan untuk menentukan status mutu air. Penentuan status mutu dilakukan dengan cara membandingkan data kualitas air dengan baku mutu yang telah ditetapkan sesuai dengan peruntukannya. Metode ini dapat diketahui parameter-parameter yang telah memenuhi atau melampaui baku mutu air (Khairil,2014). Cara menentukan status mutu air digunakan sistem nilai dari US-EPA (Environmental Protection Agency) dengan mengklasifikasi mutu air dalam empat kelas, yaitu:

- a. Kelas A : baik sekali : skor = 0 (memenuhi baku mutu)
- b. Kelas B : baik : skor = -1 s/d -10 (cemar ringan)
- c. Kelas C : sedang : skor = -11 s/d - 30 (cemar sedang)
- d. Kelas D : buruk : skor  $\geq$  -31 (cemar berat)

Adapun langkah-langkah penentuan status mutu air dengan metode Storet sebagai berikut (Lampiran I Kepmen LH No. 115 Tahun 2003):

1. Melakukan pengumpulan data kualitas dan debit air secara periodik sehingga membentuk data dari waktu ke waktu (*time series data*).
2. Bandingkan data hasil pengukuran dari setiap parameter air dengan nilai baku mutu yang sesuai dengan kelas air.
3. Jika hasil pengukuran memenuhi baku mutu air (hasil pengukuran  $\leq$  baku mutu) maka diberi skor 0.
4. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran  $>$  baku mutu), maka diberi skor sesuai dengan tabel dibawah ini:

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

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

Sumber : Canter ,1977, Kepmen LH No. 115, 2003

5. Jumlah negatif dari seluruh parameter dihitung dan ditentukan status mutunya dari jumlah skor yang didapat menggunakan sistem nilai.