

**SKRIPSI**

**ANALISIS KANDUNGAN UNSUR MAYOR AIR LIMPASAN  
DI LAHAN BEKAS TAMBANG BIJIH BESI PADA  
KABUPATEN BONE SULAWESI SELATAN**

Disusun dan diajukan oleh

**LUKMANULHAKIM**

**D62116506**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**ANALISIS KANDUNGAN UNSUR MAYOR AIR LIMPASAN  
DI LAHAN BEKAS TAMBANG BIJIH BESI PADA  
KABUPATEN BONE SULAWESI SELATAN**

**Disusun dan diajukan oleh**

**LUKMANULHAKIM**

**D62116506**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

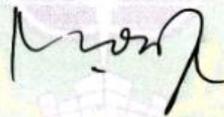
pada tanggal 27 Desember 2021

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



**Dr. Eng. Ir. Muhammad Ramli, M.T.**

**NIP.196807181993091001**

Ketua Program Studi,



**Dr. Eng. Purwanto, S.T., M.T.**

**NIP.19711128 200501 1 002**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lukmanulhakim  
NIM : D62116506  
Program Studi : Teknik Pertambangan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

### **Analisis Kandungan Unsur Mayor Air Limpasan Di Lahan Bekas Tambang Bijih Besi Pada Kabupaten Bone Sulawesi Selatan**

adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 27 Desember 2021

Yang menyatakan

  
  
**LUKMANULHAKIM**

## ABSTRAK

Kegiatan penambangan bijih besi Bontocani berpotensi menjadi sumber pencemar yang dapat menurunkan kualitas air permukaan. Salah satu dampak dari penurunan kualitas air permukaan adalah terjadinya limpasan dari *void* yang menuju ke sungai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis unsur mayor air limpasan yang terdapat di area tambang bijih besi. Parameter yang diuji adalah unsur mayor yang terkandung dalam air permukaan ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_3$ ,  $\text{HCO}_3$ , dan  $\text{SO}_4^{2-}$ ). Pengambilan sampel dilakukan di area kelimpahan bijih besi Bontocani. Pada lima stasiun pengambilan sampel, diambil menggunakan botol dengan cara mengisi botol sampel tersebut hingga penuh kemudian diletakkan pada *cool box*. Sampel di uji menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) di Laboratorium FMIPA. Hasil uji lab diinterpretasikan menggunakan Diagram Piper, Stiff, dan Batang. Setiap stasiun menunjukkan perubahan nilai kandungan unsur. Stasiun 1 unsur tertinggi adalah K dengan nilai 64,44 mEq/L, sedangkan stasiun 2 sampai 5 adalah K (57,38 mEq/L),  $\text{CO}_3$  (57 mEq/L),  $\text{SO}_4^{2-}$  (84 mEq/L), dan  $\text{SO}_4$  (55 mEq/L). Perubahan nilai kadar yang menunjukkan kecenderungan naik terdapat pada unsur Mg dan  $\text{SO}_4^{2-}$ , kecenderungan untuk nilai yang turun terdapat pada unsur K, sedangkan untuk nilai kadar yang fluktuatif terdapat pada unsur Na,  $\text{CO}_3$ , dan  $\text{HCO}_3$ .

Kata Kunci: Bijih Besi, Air Permukaan, Unsur Mayor, Diagram Piper, Diagram Stiff

## **ABSTRACT**

*Mining activities in Bontocani area may become a source of pollution that can decrease the quality of the groundwater. One of the impacts of the decreasing the surface water quality due to the occurrence of runoff from the voids flowing to the river. The purpose of this study is to analyze the major elements of surface water contained in the iron ore mining area. The parameters that tested were major elements which is contained in surface water ( $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Cl^-$ ,  $CO_3$ ,  $HCO_3$ , and  $SO_4^{2-}$ ). The sampling was taken in the area of the abundant iron ore mine of Bontocani. At five sampling stations, samples were taken using bottles were filled in up until it's full then it placed in the cool box. Samples were tested using AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) at the FMIPA Laboratory. The Lab test results are interpreted using piper, stiff, and bar diagrams. Each station shows change in the value of the elemental content. The highest element station 1 is K with a value of 64.44 mEq/L, While stations 2 to 5 are K (57.38 mEq/L),  $CO_3$  (57 mEq/L),  $SO_4^{2-}$  (84 mEq/L), and  $SO_4^{2-}$  (55 mEq/L). The changes in the concentration values that show a tendency to increase are found in the elements of Mg and  $SO_4^{2-}$  and the tendency for decreasing values is found in the element of K, while for the fluctuating value are found in the elements of Na,  $CO_3$ , and  $HCO_3$ .*

*Keywords: Iron Ore, Surface Water, Major Elements, Piper Diagram, Stiff Diagram*

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah Rabillalamin, tiada kata yang patut penulis ucapkan selain puja dan puji syukur terhadap Allah SWT yang telah menganugrahkan iman, islam, ilmu dan semangat kepada penulis. Selanjutnya salam dan shalawat kepada Rasulullah Muhammad SAW sebagai panutan penulis dan umat dalam menjalani kehidupan.

Melalui kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr.Eng.Ir. Muhammad Ramli, M.T selaku pembimbing I dan Ibu Andi Arumansawang S.T., M.Sc selaku pembimbing II yang selalu memberikan dukungan dan bimbingannya. Kepada Bapak Dr.Phil.nat. Sri Widodo, S.T., M.T dan Ibu Dr. Aryanti Virtanti Anas, S.T., M.T selaku dosen yang bersedia menjadi penguji.

Ucapan terima kasih untuk Pemerintah Kabupaten Bone yang telah memberikan izin dalam melakukan penelitian di Kecamatan Bontocani yang terdapat di Kabupaten Bone. Terima kasih kepada teman seperjuangan Teknik Pertambangan Universitas Hasanuddin angkatan 2016, teman dari mahasiswa Teknik Pertambangan Universitas Hasanuddin yang telah memberikan banyak bantuan, terima kasih atas segala bantuan, doa, dan dukungannya. Terima kasih kepada kedua orang tua tercinta, serta keluarga yang tidak dapat penulis tuliskan satu-persatu dukungannya baik moril, materil serta doa restu yang senantiasa tiada hentinya menjadi sumber semangat bagi penulis sehingga penelitian dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis berharap agar skripsi ini dapat berguna serta menambah wawasan bagi pembaca. Kritik dan saran sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan semua pembaca.

Makassar, 27 Desember 2021

Lukmanulhakim

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Tahapan Penelitian .....	3
1.6 Lokasi Penelitian.....	5
BAB II AIR PERMUKAAN DAN UNSUR MAYOR.....	7
2.1 Air Limpasan.....	7
2.2 Air Tanah .....	13
2.3 Konsentrasi Unsur di Air .....	21
2.4 <i>Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)</i> .....	23
2.5 Diagram Piper .....	26
2.6 Diagram Stiff.....	29

2.7	<i>Total Dissolved Solid (TDS)</i> .....	30
2.8	Kondisi Geologi .....	32
BAB III METODE PENELITIAN.....		35
3.1	Studi Literatur .....	35
3.2	Pengambilan Data .....	35
3.3	Pengolahan Data .....	36
BAB IV ANALISIS UNSUR MAYOR AIR LIMPASAN.....		45
4.1	Geologi Daerah Penelitian.....	45
4.2	Analisis Unsur Mayor Daerah Penelitian.....	47
4.3	Analisis Unsur Kation dan Anion Daerah Penelitian .....	55
4.4	Karakteristik Fisik .....	57
4.5	Kualitas Air Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001.....	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		61
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran .....	61
DAFTAR PUSTAKA .....		62
LAMPIRAN .....		64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Tahapan Penelitian .....	5
1.2 Peta tunjuk lokasi penelitian.....	6
2.1 Diagram Piper .....	27
2.2 Diagram Stiff.....	30
2.3 Peta Geologi Lembar Ujung Pandang, Benteng, dan Sinjai .....	33
3.1 Menu Utama.....	37
3.2 Data Lapangan .....	38
3.3 Data Lapangan .....	38
3.4 Pengolahan Molaritas .....	39
3.5 Pengolahan mEq/Liter .....	39
3.6 Persentase Kation dan Anion.....	40
3.7 Menu Utama.....	40
3.8 Menu <i>Utilities</i> .....	41
3.9 <i>Project Coordinates</i> .....	41
3.10 Diagram Piper Proses .....	42
3.11 Diagram Piper .....	42
3.12 Diagram Alir Penelitian .....	44
4.1 Peta Geologi Daerah Penelitian.....	45
4.2 Peta Topografi Daerah Penelitian.....	47
4.3 Diagram Piper Air Limpasan .....	48
4.4 Diagram Stiff Air Limpasan.....	51
4.5 Diagram Batang Ar Limpasan .....	53
4.6 Diagram Batang Kation dan Anion .....	56
4.7 Grafik TDS .....	57
4.8 Peta Sebaran TDS.....	58

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Koefisien Limpasan .....	09
2.2 Klasifikasi DHL Airtanah Bebas .....	14
2.3 Klasifikasi Air Berdasarkan Unsur .....	16
4.1 Klasifikasi Diagram Piper .....	49
4.2 Tabel Hasil Uji Laboratorium AAS.....	53
4.3 Standar Kualitas Air Menurut PP No. 82 Tahun 2001.....	60

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A Data AAS .....	65
B Data AAS (Konfersi PPM ke mEq/L).....	67
C Peta Lokasi Penelitian.....	69
D Dokumentasi .....	71
E Kartu Konsultasi Tugas Akhir.....	73

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Endapan bijih besi yang terdapat di daerah Bontocani, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan ditemukan berupa jenis oksida, yaitu magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) berwarna abu-abu (Nur *et al*, 2017). Kegiatan penambangan biji besi yang dilakukan pada area ini menggunakan sistem tambang terbuka. Sistem tambang terbuka ini didasarkan pada pengupasan tanah penutup bahan tambang. Tanah penutup dikeluarkan dari area tambang dan bahan tambang digali dan diangkut keluar. Setelah seluruh bahan tambang dikeluarkan, maka akan meninggalkan lubang galian bekas tambang. Lubang galian bekas tambang yang terisi oleh air dikenal dengan istilah *Void* atau *Pit Lake*. Pada umumnya air yang tertampung di dalam *Void* berasal dari air hujan dan sebagian kecil berasal dari air tanah.

Keberadaan air di alam memiliki sifat fisik dan kimia yang berbeda. Perbedaan secara kimia tersebut dapat berupa kandungan unsur-unsur kimia. Unsur-unsur kimia di dalam air dapat disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor alami dan non alami. Unsur kimia dari faktor alami dapat berasal dari adanya interaksi batuan dengan material batuan penyimpan air permukaan. Sementara, unsur kimia dari faktor non alami disebabkan oleh pengaruh aktifitas dari manusia (Isa, 2012).

Pada area bekas tambang bijih besi ini memungkinkan terjadinya interaksi batuan yang terdedah pada bekas dinding/*bench* tambang dengan air hujan maupun air tanah. Oleh karena itu kondisi geologi mempengaruhi kandungan kimia air. Kondisi ini kemungkinan dapat mempengaruhi kandungan kimia air di dalam *void* maupun di sekitar *void* (Jalali, 2007).

Terdapat beberapa parameter untuk menentukan kualitas air. Sifat kimia air merupakan salah satu parameter sifat utama yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas air. Sifat kimia dapat berupa kandungan ion yang terkandung dalamnya berupa unsur mayor. Unsur mayor terdiri dari kation (Ca, K, Na, dan Mg) dan anion (Cl, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, dan SO<sub>4</sub>) (Jalali, 2007).

Pada kondisi intensitas hujan rendah hingga sedang kondisi *void* masih dapat menampung air hujan, namun pada saat intensitas hujan tinggi, kapasitas *void* tidak mencukupi. Hal ini menyebabkan air akan mengalir dari arah *void* ke area yang lebih rendah atau ke sungai. Aliran air dari *void* akan melewati dan bercampur dengan air limpasan dari beberapa titik mata air. Kondisi ini kemungkinan menyebabkan perubahan kondisi kandungan kimia dan kualitas air (Isa, 2012).

Menurut Peraturan PP No. 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, baku mutu air didefinisikan sebagai ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada dan unsur pencemar yang ditoleransi keberadaan dan kandungannya di dalam air. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kandungan unsur mayor air limpasan di lahan bekas tambang untuk menentukan kondisi air memenuhi atau tidak memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Daerah Bontocani memiliki kandungan bijih besi yang tersebar di permukaan, lereng-lereng bukit, dan sungai. Kondisi morfologi yang beragam dengan banyaknya sumber mata air disekitar daerah penelitian memiliki peran penting yang harus dijaga agar tidak tercemar. Dalam penelitian ini terdapat beberapa parameter yang harus

diperhatikan seperti parameter fisika, kimia, dan biologis untuk menentukan standar baku mutu kualitas air.

Keberadaan lahan bekas tambang yang meninggalkan *void* pada saat hujan deras, air hujan tersebut tertampung hingga akan meluap dan lebihnya akan mengalir masuk ke sungai. Kandungan kimia air berbeda pada setiap area, perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh kondisi geologi. Berdasarkan hal tersebut permasalahan yang ingin dibahas dalam penelitian ini adalah kondisi kimia dan kualitas air pada area bekas tambang.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis unsur mayor air limpasan yang terdapat di area tambang bijih besi
2. Menganalisis perubahan kadar unsur mayor pada air limpasan
3. Mengidentifikasi kualitas air limpasan berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001

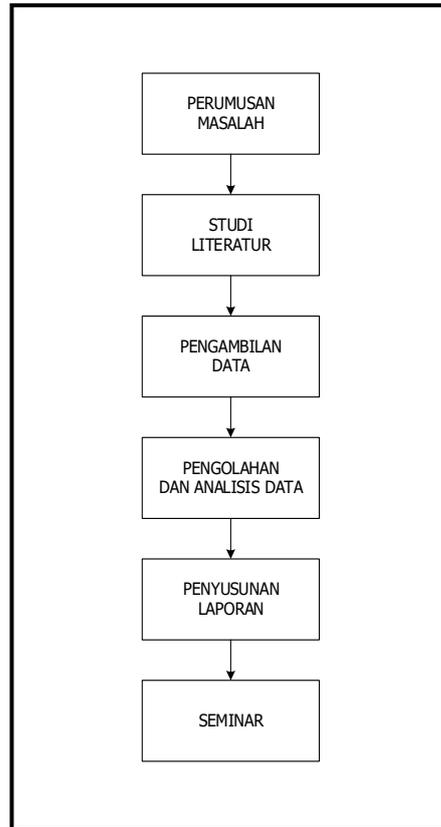
### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan perbandingan atau referensi pada penelitian yang berkaitan dengan unsur mayor. Selain itu, hasil dari penelitian dapat menjadi referensi penilaian tingkat kandungan unsur mayor dan penilaian kebijakan pemerintah untuk pengelolaan lingkungan.

### **1.5 Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian adalah tahapan yang digunakan selama penelitian untuk menyelesaikan penelitian yang dilaksanakan. Studi ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:

1. Perumusan masalah adalah tahapan untuk merumuskan konsep studi, konsep studi ini meliputi penentuan tema atau topik studi, mengidentifikasi dan merumuskan masalah.
2. Studi literatur yaitu kegiatan yang dilakukan untuk mengumpulkan referensi yang berkaitan dengan kegiatan penelitian yang dilakukan dan menjawab permasalahan yang telah dirumuskan dari tahap sebelumnya.
3. Pengambilan data adalah tahap pengumpulan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian serta hal-hal yang berkaitan dengan masalah yang akan diteliti.
4. Pengolahan dan analisis data adalah pengolahan data yang dilakukan secara ilmiah untuk mencapai tujuan studi berdasarkan metodologi. Kegiatan selanjutnya setelah pengolahan data yaitu analisis data untuk mengetahui hasil dari penelitian dan penyelesaian dari masalah dalam penelitian, sehingga dapat menjadi sebuah rekomendasi yang diajukan.
5. Penyusunan laporan merupakan tahapan akhir dalam rangkaian kegiatan penelitian. Keseluruhan data yang telah diperoleh, diolah, dianalisis, diakumulasikan kemudian dituangkan dalam bentuk *draft* laporan hasil penelitian (skripsi). Laporan hasil penelitian tersebut dibuat sesuai dengan format dan kaidah penulisan tugas akhir yang telah ditetapkan Departemen Teknik Pertambangan Universitas Hasanuddin.
6. Seminar adalah tahapan akhir yang dilakukan dalam penelitian ini. Hasil penelitian yang telah berbentuk skripsi akan dipresentasikan dalam seminar hasil dan ujian sidang.

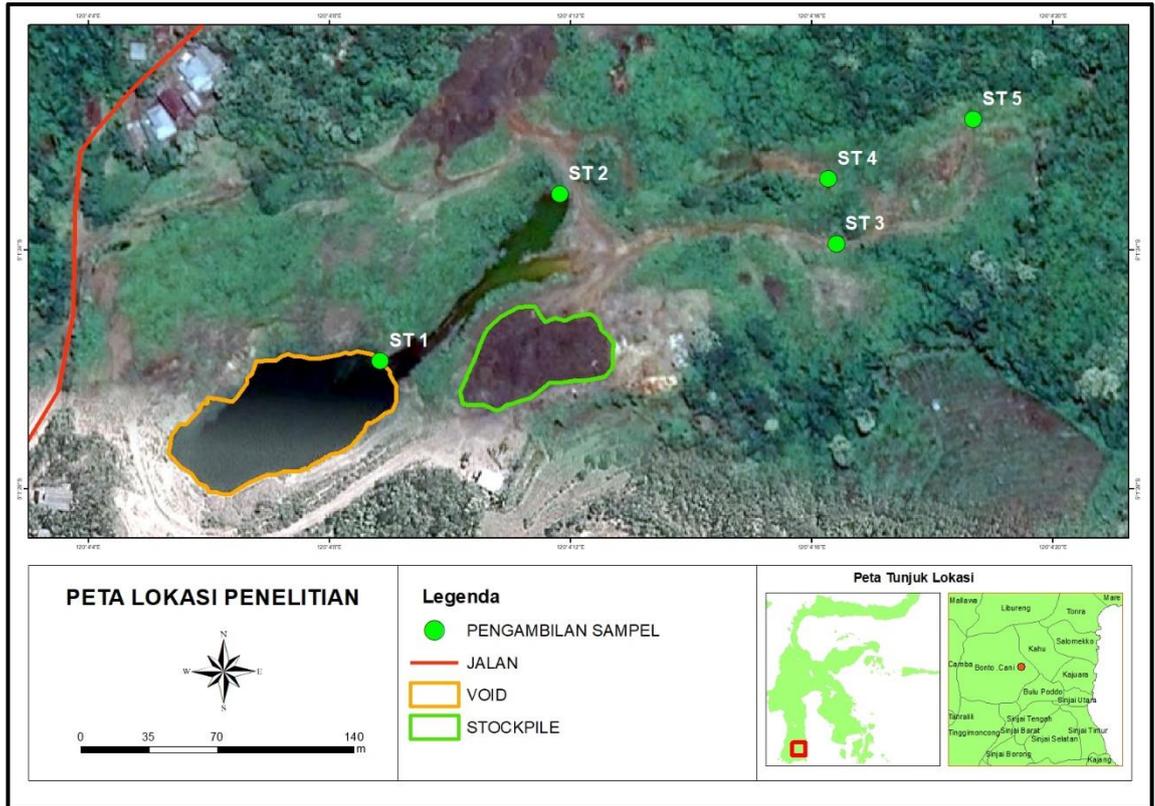


Gambar 1.1 Tahapan Penelitian

## 1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Desa Langi kecamatan Bontocani yang ada di Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan. Secara geografis, Kabupaten Bone terletak pada posisi  $4^{\circ}13'$  –  $5^{\circ}6'$  Lintang Selatan dan antara  $120^{\circ}42'$ - $120^{\circ}30'$  Bujur Timur. Daerah ini secara administratif sebelah timur, berbatasan dengan Teluk Bone. Di sebelah utara, berbatasan dengan Kabupaten Wajo dan Soppeng. Sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Maros, Pangkep, dan Barru. Bagian selatan dibatasi oleh Kabupaten Sinjai dan Gowa.

Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.2. Titik pengambilan sampel disimbolkan dengan titik berwarna hijau, jalan disimbolkan dengan garis berwarna merah, *void* disimbolkan kotak berwarna *orange*, dan *stockpile* disimbolkan dengan kotak berwarna hijau.



Gambar 1.2 Peta Tunjuk Lokasi Penelitian

## BAB II

### AIR PERMUKAAN DAN UNSUR MAYOR

#### 2.1 Air Limpasan

Limpasan adalah apabila intensitas yang jatuh di suatu DAS melebihi kapasitas infiltrasi, setelah laju infiltrasi terpenuhi air akan mengisi cekungan-cekungan pada permukaan tanah, atau limpasan permukaan terjadi ketika laju hujan lebih besar dari pada laju infiltrasi dan persamaan limpasan permukaan selalu dikembangkan berdasarkan pada kondisi tersebut. Setelah cekungan-cekungan tersebut penuh, selanjutnya air akan mengalir (melimpas) di atas permukaan tanah. Faktor yang menyebabkan limpasan dan genangan air hujan dipengaruhi lima hal yaitu intensitas curah hujan, jenis tutupan lahan, kemiringan lereng, jenis tanah, dan kerapatan aliran (Asdak, 2010).

Aliran permukaan merupakan air yang berasal dari air hujan yang menjulur di permukaan tanah. Air yang mengalir dalam saluran atau sungai dapat berasal dari aliran permukaan atau dari air tanah yang merembes di dasar sungai. Kontribusi air tanah pada aliran sungai disebut aliran dasar *baseflow*, sementara total aliran disebut debit *runoff*. Air yang tersimpan di waduk, danau, dan sungai di sebut air permukaan *surface water*. Untuk perhitungan debit aliran permukaan dapat dianalisis dengan beberapa hal seperti nilai koefisien tata guna lahan, intensitas hujan dan luas area tangkapan hujan. Intensitas hujan merupakan tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah semakin singkat hujan berlangsung, intensitasnya cenderung semakin tinggi dan semakin besar periode ulangnya. Konsep periode ulang seharusnya tidak boleh diartikan bahwa suatu kejadian hujan atau banjir besar dengan periode ulang misalnya 20 tahun

akan berlangsung setiap 20 tahun, melainkan apabila kejadian terjadi pada tahun ini, maka probabilitas kejadian tersebut akan terulang lagi tahun depan adalah 5%. Besarnya periode ulang menunjukkan interval tahun rata-rata berlangsungnya kejadian ekstrem dalam kurun waktu yang sangat panjang (Asdak, 2002).

Air limpasan adalah bagian dari curah hujan yang mengalir diatas permukaan tanah menuju sungai, danau atau laut. Aliran itu terjadi karena curah hujan yang mencapai permukaan bumi tidak dapat terinfiltrasi, baik yang disebabkan karena intensitas curah hujan atau faktor lain misalnya kelerengan, bentuk dan kekompakan permukaan tanah serta vegetasi. Faktor-faktor yang berpengaruh adalah:

- a) Curah hujan yaitu banyaknya curah hujan, intensitas curah hujan dan frekuensi hujan
- b) Tanah yaitu jenis dan bentuk topografi
- c) Tutupan yaitu kepadatan, jenis dan macam vegetasi.
- d) Luas daerah aliran

Untuk memperkirakan debit air limpasan maksimal digunakan rumus rasional yaitu:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (1.1)$$

- Dimana:
- $Q$  = debit air limpasan maksimum ( $m^3/detik$ )
  - $C$  = koefisien limpasan (Tabel 2.1)
  - $I$  = Intensitas curah hujan ( $mm/jam$ )
  - $A$  = Luas daerah tangkapan hujan ( $km^2$ )

Koefisien limpasan merupakan bilangan yang menunjukkan perbandingan besarnya limpasan permukaan dengan intensitas curah hujan yang terjadi pada daerah tangkapan hujan. Koefisien limpasan tiap daerah berbeda, dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Koefisien limpasan (Sosrodarsono, 1993)

Jenis permukaan	Koefisien Limpasan
Lapisan batubara ( <i>coal seam</i> )	1
Jalan pengangkutan	0,9
Dasar pit dan jenjang pit ( <i>pit floor &amp; bench</i> )	0,75
Lapisan tanah penutup ( <i>fress overburden</i> )	0,65
Lapisan tanah penutup yang di tanam ( <i>revegetated overburden</i> )	0,55
Hutan ( <i>natural rain forest</i> )	0,5

Komponen-komponen limpasan terdiri dari:

1. Aliran Permukaan Aliran Permukaan (*surface flow*) adalah bagian dari air hujan yang mengalir dalam bentuk lapisan tipis di atas permukaan tanah. Aliran permukaan disebut juga aliran langsung (*direct runoff*). sehingga aliran permukaan merupakan penyebab utama terjadinya banjir.
2. Aliran antara (*interflow*) adalah aliran dalam arah lateral yang terjadi di bawah permukaan tanah. Aliran antara terdiri dari gerakan air dan lengas tanah secara lateral menuju elevasi yang lebih rendah
3. Aliran air tanah adalah aliran yang terjadi di bawah permukaan air tanah ke elevasi yang lebih rendah yang akhirnya menuju sungai atau langsung ke laut

Beberapa faktor-faktor yang harus diperhatikan adalah :

1. Kerapatan vegetasi, Daerah dengan vegetasi yang rapat, akan memberikan nilai C yang kecil, karena air hujan yang masuk tidak dapat langsung mengenai tanah, melainkan akan tertahan oleh tumbuh-tumbuhan, sedangkan tanah yang gundul akan memberi nilai C yang besar.
2. Tata guna lahan, Lahan persawahan atau rawa-rawa akan memberikan nilai C yang kecil daripada daerah hutan atau perkebunan, karena pada daerah persawahan misalnya padi, air hujan yang jatuh akan tertahan pada petak-petak sawah, sebelum akhirnya menjadi limpasan permukaan.

3. Kemiringan tanah, Daerah dengan kemiringan yang kecil (<3%), akan memberikan nilai C yang kecil, daripada daerah dengan kemiringan tanah yang sedang sampai curam untuk keadaan yang sama (Hartono, 2008).

#### 2.1.1 Limpasan Permukaan

Limpasan permukaan atau aliran permukaan merupakan dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah yang mengangkut zat-zat dan partikel tanah. Limpasan terjadi akibat intensitas hujan yang turun melebihi kapasitas infiltrasi, saat laju infiltrasi terpenuhi maka air akan mengisi cekungan yang terdapat pada permukaan tanah. Setelah cekungan-cekungan tersebut terisi air dan penuh, maka air akan mengalir (melimpas) di atas permukaan tanah (*surface runoff*). Air limpasan dibedakan menjadi dua yaitu *sheet* dan *rill surface runoff* akan tetapi apabila aliran air tersebut telah masuk ke dalam sistem saluran air atau kali, maka disebut sebut *stream flow runoff*. Laju dan kapasitas infiltrasi dapat di tentukan dengan menggunakan metode percobaan lapangan secara langsung dengan menggunakan infiltrometer, atau dapat di perkirakan menurut rumus empiris yang telah ada seperti rumus empiris yang sudah dikembangkan. Tingkat kerusakan akibat erosi maupun banjir diakibatkan dengan besarnya nilai aliran permukaan. Besarnya nilai permukaan dipengaruhi oleh curah hujan, vegetasi, (penutup lahan), serta adanya bangunan penyimpan air dan faktor-faktor lainnya (Alvin, 2017).

#### 2.1.2 Proses Terjadinya Limpasan

Proses ini diawali dengan air hujan yang turun ke permukaan tanah, sebagian atau seluruh air hujan tersebut masuk ke dalam tanah melalui pori-pori permukaan tanah dan sebagian lainnya tidak sampai ke permukaan tanah karena adanya evapotranspirasi. Setelah beberapa saat permukaan tanah menjadi jenuh karena telah menampung air sesuai dengan kapasitas infiltrasinya.

Curah hujan yang lebih tinggi dari jumlah total infiltrasi dan evapotranspirasi air kemudian naik kembali ke permukaan. Air tersebut mencari cekungan-cekungan permukaan tanah untuk diisi dan sebagian lagi, mengalir di atas permukaan tanah. Aliran tersebutlah yang dinamakan aliran permukaan atau limpasan. Dengan jumlah curah hujan yang tinggi, lama waktu hujan yang lama dan penyebaran hujan pada tempat atau permukaan tanah yang sudah jenuh dapat menyebabkan terjadinya banjir lokal atau limpasan (Asdak, 2010).

### 2.1.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Limpasan

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi limpasan, beberapa faktor tersebut adalah:

#### 1. Intensitas Hujan

Pada hujan dengan intensitas tinggi, kapasitas infiltrasi akan terlampaui dengan beda yang cukup besar dibandingkan dengan hujan yang kurang intensif. Akibatnya total volume limpasan akan lebih besar pada hujan intensif dibandingkan dengan hujan yang kurang intensif meskipun curah hujan total untuk kedua curah hujan tersebut sama besarnya.

#### 2. Lama Waktu Hujan

Infiltrasi akan berkurang pada tingkat awal suatu kejadian hujan. Oleh karena itu, hujan dengan waktu yang singkat tidak banyak menghasilkan limpasan. Pada hujan dengan intensitas yang sama dan dengan waktu yang lebih lama akan menghasilkan limpasan yang lebih besar.

#### 3. Distribusi Curah Hujan

Laju limpasan dan volume terbesar terjadi ketika seluruh DAS tersebut ikut berperan, dengan kata lain hujan turun merata di seluruh wilayah DAS yang bersangkutan.

#### 4. Luas DAS

Semakin besar luas DAS, ada kecenderungan semakin besar jumlah curah hujan yang diterima. Akan tetapi, beda waktu antara puncak curah hujan dan puncak hidrograf aliran menjadi lemah. Demikian pula waktu yang diperlukan untuk mencapai puncak hidrograf dan lama untuk keseluruhan hidrograf aliran juga menjadi lebih panjang.

#### 5. Kemiringan Lereng DAS

Semakin besar kemiringan lereng suatu DAS, maka akan semakin cepat laju limpasan dan dengan demikian mempercepat respon DAS tersebut oleh adanya curah hujan. Bentuk topografi seperti kemiringan lereng, keadaan parit dan bentuk cekungan permukaan tanah lainnya akan mempengaruhi laju volume limpasan.

#### 6. Bentuk DAS

Bentuk DAS yang memanjang dan sempit cenderung menurunkan laju limpasan daripada DAS berbentuk melebar walaupun luas keseluruhannya sama. Hal ini terjadi karena limpasan pada bentuk DAS memanjang tidak terkonsentrasi secepat pada DAS dengan bentuk melebar, dan curah hujan pada DAS memanjang tampaknya kurang merata.

#### 7. Kerapatan Daerah Aliran (*Drainase*)

Kerapatan aliran adalah jumlah dari semua aliran/sungai (km) dibagi dengan luas DAS (km<sup>2</sup>). Semakin tinggi kerapatan daerah aliran maka semakin besar kecepatan untuk curah hujan yang sama. Oleh karenanya, dengan kecepatan daerah aliran tinggi, debit puncak akan tercapai dalam waktu yang lebih cepat.

## 8. Vegetasi dan Cara Bercocok Tanam

Vegetasi dapat memperlambat jalannya limpasan dan memperbesar jumlah air yang tertahan di atas permukaan tanah, dengan demikian dapat menurunkan laju limpasan (Suripin, 2003).

## 2.2 Air Tanah

Air permukaan merupakan salah satu komponen yang penting dalam siklus hidrologi di bagian bawah permukaan tanah. Air permukaan disimpan di bawah permukaan tanah pada ruang pori antar butir, retakan, atau pada lorong pelarutan. Meskipun demikian, air permukaan tetap menjadi sumber air bersih (tawar) yang memungkinkan diambil dengan jumlah yang paling besar di dunia. Air permukaan juga menjadi pemasok hampir 50% dari total pemenuhan kebutuhan air minum manusia di seluruh dunia dan memenuhi sekitar 43% kebutuhan irigasi pertanian di seluruh dunia. Selain itu, pada wilayah arid dan semi arid, air permukaan diperkirakan menyediakan 80% kebutuhan air bersih dari total kebutuhan air bersih di wilayah tersebut (Karamouz et al., 2011).

Air permukaan secara alamiah mengandung unsur-unsur kimia dalam jumlah tertentu yang berasal dari berlangsungnya siklus hidrologi dari awal proses pembentukan uap air di atmosfer hingga penyerapan dan pengalirannya di dalam tanah. Kajian hidrogeokimia menjadi sorotan yang penting untuk dikaji dalam studi air permukaan. Hal tersebut disebabkan kondisi air permukaan baik secara kualitas maupun kuantitas dipengaruhi oleh formasi geologi dari setiap mineral batuan yang akan membentuk unsur atau senyawa kimia (Karamouz et al., 2011).

Tabel 2.2 Klasifikasi DHL Airtanah Bebas (Santosa, 2010)

Klasifikasi DHL	Nilai DHL (Umhos/cm)	Keterangan
DHL Rendah	<1200	Airtanah tawar ( <i>Fresh</i> )
DHL Sedang	1200-2500	Airtanah payau ( <i>Brackish</i> )
DHL Tinggi	2500-4500	Airtanah asin ( <i>Saline</i> )
DHL Sangat Tinggi	>4500	Airtanah sangat asin ( <i>Haline</i> )

Air permukaan secara alamiah akan memiliki sifat unik. Karakter ini di antaranya tercermin dari kondisi hidrogeokimianya. Hidrogeokimia didefinisikan sebagai ilmu yang membahas tentang komposisi dan karakteristik dari air permukaan. Secara lebih luas pengertian tersebut meliputi komposisi dan karakteristik fisika, kimia, biologi dan karakter isotop dari air permukaan. Cakupan hidrogeokimia sendiri meliputi mendefinisikan waktu dan sumber dari imbuhan air permukaan, mengestimasi seberapa lama air permukaan berada di dalam akuifer, mengidentifikasi mineral yang membentuk akuifer dan dampaknya bagi komposisi dan karakteristik air permukaan di dalamnya, menjelaskan bagaimana air permukaan mengalami pencampuran dan berinteraksi dengan batuan, serta mengevaluasi tipe proses (bio)geokimia yang terjadi selama perjalanan air permukaan di dalam akuifer. Meskipun demikian, sangat sedikit kajian hidrogeokimia yang melakukan pembahasan secara menyeluruh terhadap cakupan tersebut karena berbagai keterbatasan (Sen, 2010).

Air permukaan dikendalikan oleh alam dan faktor antropogenik, seperti struktur geologi, komposisi presipitasi, proses geokimia, interaksi antara air permukaan dan mineral penyusun akuifer dan aktivitas manusia. Interaksi tersebut merupakan faktor penyebab air permukaan terbagi dalam berbagai jenis air permukaan. Kimia air permukaan tergantung pada perbedaan proses hidrogeokimia bahwa air permukaan mengalami lebih banyak ruang dan waktu (Jalali, 2007).

Berikut beberapa Jenis-jenis air tanah yang dapat Anda ketahui:

1. Air Tanah Freatik

Air Tanah Freatik adalah air tanah dangkal, contohnya air sumur yang terletak di antara air permukaan dan lapisan kedap air (*impermeable*).

2. Air Tanah Dalam (Artesis)

Artesis adalah air tanah dalam, terletak di antara lapisan akuifer dengan lapisan batuan kedap air (akuifer terkekang).

3. Air Tanah meteorit (*Vados*)

Meteorit (*Vados*) merupakan air tanah yang berasal dari proses presipitasi (hujan) dari awan yang mengalami kondensasi bercampur debu meteorit.

4. Air Tanah Baru (*Juvenil*)

Air tanah baru yang merupakan air tanah yang terbentuk dari dalam bumi karena intrusi magma. air tanah juvenil ditemukan dalam bentuk air panas (geyser).

5. Air Fosil (*Konat*)

Air Fosil (*Konat*) adalah air tanah yang terjebak pada pori-pori batuan pada saat batuan tersebut terbentuk. Air tanah dapat berasal dari air tawar atau air laut dan bermineral tinggi.

Permasalahan yang sering terjadi pada air tanah, khususnya untuk pemakaian rumah tangga dan industri, di wilayah urban dan dataran rendah adalah memiliki kecenderungan untuk mengandung kadar besi atau asam organik tinggi. Hal ini bisa diakibatkan dari kondisi geologis Indonesia yang secara alami memiliki deposit Fe tinggi terutama di daerah lereng gunung atau diakibatkan pula oleh aktivitas manusia. Sedangkan air dengan kandungan asam organik tinggi bisa disebabkan oleh adanya lahan gambut atau daerah bakau yang kaya akan

kandungan senyawa organik. Ciri-ciri air yang mengandung kadar besi tinggi atau kandungan senyawa organik tinggi bisa dilihat sebagai berikut:

1. Air mengandung zat besi

Air dengan kandungan zat besi tinggi akan menyebabkan air berwarna kuning. Pertama keluar dari kran, air nampak jernih namun setelah beberapa saat air akan berubah warna menjadi kuning. Hal ini disebabkan karena air yang berasal dari sumber air sebelum keluar dari kran berada dalam bentuk ion  $Fe^{2+}$ , setelah keluar dari kran  $Fe^{2+}$  akan teroksidasi menjadi  $Fe^{3+}$  yang berwarna kuning.

2. Air kuning permanen

Air kuning permanen biasanya terdapat di daerah bakau dan tanah gambut yang kaya akan kandungan senyawa organik. Berbeda dengan kuning akibat kadar besi tinggi, air kuning permanen ini sudah berwarna kuning saat pertama keluar dari kran sampai beberapa saat kemudian didiamkan akan tetap berwarna kuning (Isa et. al, 2012).

Klasifikasi berdasarkan kandungan unsur yang paling sederhana digunakan oleh (Isa et. al, 2012).

Tabel 2.3 Klasifikasi air berdasarkan unsur (Isa et al., 2012)

Jenis Air	Konsentrasi Kandungan Unsur Terlarut
Air tawar ( <i>fresh water</i> )	0- 1.000
Payau ( <i>Brackish water</i> )	1.000 – 10.000
Air Asin ( <i>Saline water</i> )	10.000 – 100.000
Air Garam ( <i>Brines</i> )	>100.000

2.2.1 Alkali dan Alkali Tanah

Logam alkali tanah merupakan unsur-unsur yang terletak pada golongan II A pada sistem periodik unsur. Kata "alkali" sendiri berasal dari bahasa Arab "al-qaly", yaitu abu atau dalam air bersifat basa. Oleh karena itu, logam-logam golongan IA

dan II A umumnya jika dilarutkan dalam air membentuk larutan basa, maka disebut logam alkali dan alkali tanah.

Sebutan alkali tanah untuk logam golongan II A dikarenakan logam-logam tersebut umumnya ditemukan dalam bentuk senyawa sukar larut di dalam tanah. Ada 6 unsur kimia dalam golongan II A pada tabel periodik antara lain berilium (Be), magnesium (Mg), kalsium (Ca), Strontium (Sr), barium (Ba), dan radium (Ra).

Unsur logam alkali, misalnya rubidium (Rb). Rubidium mudah bereaksi dengan kelembaban kulit untuk membentuk rubidium hidroksida yang menyebabkan luka bakar pada kulit dan mata. Unsur alkali tanah, misalnya barium (Ba). Bahaya barium bagi kesehatan manusia yaitu dalam bentuk serbuk mudah terbakar pada temperature ruang. Dalam jangka panjang, dapat menyebabkan naiknya tekanan darah dan terganggunya sistem saraf.

Unsur-unsur alkali merupakan golongan logam yang paling reaktif. Kereaktifan logam alkali dari atas ke bawah semakin bertambah, hal ini disebabkan energi ionisasinya dari atas ke bawah semakin rendah sehingga semakin mudah melepaskan elektron. Kereaktifan logam alkali dapat dibuktikan dengan kemampuan bereaksinya dengan berbagai unsur lain dan senyawa. Salah satu contoh unsur alkali yaitu natrium dan kalium akan terlarut dengan cepat dan hingga terbakar apabila bereaksi terhadap air. Reaksi natrium dengan air sangat hebat, sehingga bila mereaksikan logam natrium dengan air logam natrium harus dipotong sekecil mungkin agar tidak terjadi ledakan dan jangan sekali-kali memegang logam natrium karena dapat bereaksi dengan air/keringat pada tangan.

Produk yang diperoleh dari reaksi antara logam alkali dan air adalah gas hidrogen dan logam hidroksida. Logam hidroksida yang dihasilkan merupakan suatu basa kuat. Makin kuat sifat logamnya basa yang dihasilkan makin kuat pula, dengan demikian basa paling kuat yaitu dihasilkan oleh sesium.

Natrium ditemukan sebagai natrium klorida (NaCl) yang terdapat dalam air laut, dalam bentuk sendawa Chili  $\text{NaNO}_3$ , trona ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), boraks dan mirabilit ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). Kalium didapat sebagai mineral silvit (KCl), mineral karnalit sendawa ( $\text{KNO}_3$ ), dan feldspar. Selain dari kalium juga terdapat dalam air laut.

Senyawa alkali tanah menimbulkan dampak negatif terhadap kelangsungan hidup manusia dan sekitarnya. Hal ini bisa terjadi karena salah satu unsur senyawa Berilium dan garamnya merupakan bahan beracun dan berpotensi sebagai zat karsinogenik (Jalali, 2007).

### 2.2.2 Kualitas Air Bersih

Kualitas air bersih yang digunakan harus memenuhi baku mutu sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32/Menkes/Per/IX/2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Hygiene Sanitasi, Kolam Renang Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum, meliputi:

Syarat kualitas fisik meliputi bau, zat padat terlarut (*total dissolved solid*), kekeruhan, suhu, rasa dan warna

#### 1. Bau

Bau pada air dapat disebabkan karena benda asing yang masuk ke dalam air seperti bangkai binatang, bahan buangan, ataupun disebabkan oleh proses penguraian senyawa organik oleh bakteri. Pada peristiwa penguraian senyawa organik yang dilakukan oleh bakteri tersebut dihasilkan gas-gas berbau menyengat dan bahkan ada yang beracun. Pada peristiwa penguraian zat organik berakibat meningkatkan penggunaan oksigen terlarut di air (BOD = *Biological Oxygen Demand*) oleh bakteri dan mengurangi kuantitas oksigen terlarut (DO = *Dissolved Oxygen*) di dalam air.

Bau pada air minum dapat dideteksi dengan menggunakan hidung. Tujuan deteksi bau pada air minum yaitu untuk mengetahui ada atau tidaknya bau yang berasal dari air minum yang disebabkan oleh pencemar. Apabila air minum memiliki bau maka dapat dikategorikan sebagai air minum yang tidak memenuhi syarat dan kurang layak untuk di manfaatkan sebagai air minum

## 2. Zat padat terlarut TDS (*total dissolved solid*)

Zat padat terlarut TDS (*total dissolved solid*) dalam air dalam jumlah yang melebihi batas maksimal yang diperbolehkan (1000 mg/L). Padatan yang terlarut di dalam air berupa bahan-bahan kimia anorganik dan gas-gas yang terlarut. Air yang mengandung jumlah padatan melebihi batas menyebabkan rasa yang tidak enak, menyebabkan mual, penyebab serangan jantung (*cardiacdisease*) dan (*tixaemia*) pada wanita hamil (Efendi, 2003).

## 3. Kekeruhan

Kekeruhan adalah efek optik yang terjadi jika sinar membentuk material tersuspensi di dalam air. Kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan-bahan organik dan anorganik seperti lumpur dan buangan. Dari permukaan tertentu yang menyebabkan air sungai menjadi keruh. Kekeruhan walaupun hanya sedikit dapat menyebabkan warna yang lebih tua dari warna sesungguhnya. Air yang mengandung kekeruhan tinggi akan mengalami kesulitan bila diproses untuk sumber air bersih. Kesulitannya antara lain dalam proses penyaringan. Hal lain yang tidak kalah pentingnya adalah bahwa air dengan kekeruhan tinggi akan sulit untuk didisinfeksi, yaitu proses pembunuhan terhadap kandungan mikroba yang tidak diharapkan. Tingkat kekeruhan dipengaruhi oleh pH air, kekeruhan pada air minum umumnya telah di upayakan sedemikian rupa menjadi air bersih.

#### 4. Suhu

Suhu air yang baik mempunyai temperatur normal,  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  dari suhu kamar ( $27^{\circ}\text{C}$ ) untuk higiene sanitasi. Suhu air yang melebihi batas normal menunjukkan indikasi terdapat bahan kimia yang terlarut dalam jumlah yang cukup besar (misalnya fenol atau belerang) atau sedang terjadi proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme. Jadi apabila kondisi air seperti itu sebaiknya tidak diminum.

#### 5. Rasa

Rasa yang terdapat di dalam air baku dapat dihasilkan oleh kehadiran organisme seperti mikroalga dan bakteri, adanya limbah padat dan limbah cair seperti hasil buangan dari rumah tangga dan kemungkinan adanya sisa-sisa bahan yang digunakan untuk disinfeksi misalnya klor. Timbulnya rasa pada air minum biasanya berkaitan erat dengan bau pada air tersebut. Pada air minum, rasa diupayakan agar menjadi netral dan dapat diterima oleh pengguna air. Rasa pada air minum dapat di deteksi dengan menggunakan indera penyerap.

#### 6. Warna

Warna pada air disebabkan oleh adanya bahan kimia atau mikroorganik (*plankton*) yang terlarut di dalam air. Warna yang disebabkan bahan-bahan kimia disebut *apparent color* yang berbahaya bagi tubuh manusia. Warna yang disebabkan oleh mikroorganisme disebut *true color* yang tidak berbahaya bagi kesehatan. Air yang layak dikonsumsi harus jernih dan tidak berwarna. Batas maksimal warna air untuk higiene sanitasi adalah 50 skala TCU (Efendi, 2003).

### 2.3 Konsentrasi Unsur di Air

Elemen ini tersusun dari atom-atom yang berasal dari elemen yang sama secara kimiawi dan memiliki sifat yang identik. Elemen adalah unsur, materi atau bahan dasar yang menyusun seluruh benda di alam semesta.

Hingga saat ini telah dikenal sekitar 116 elemen atau unsur. Secara garis besar, elemen dapat dibagi menjadi 2, yaitu elemen organik dan inorganik. Elemen organik berkaitan dengan senyawa hidrokarbon dan derivatnya yang sebagian besar menjadi elemen utama yang menyusun makhluk hidup, asam amino, protein dan lemak yang menyusun organisme hidup umumnya tersusun dari elemen organik (unsur atau senyawa yang terdiri dari C, H, dan O).

Sedangkan elemen inorganik mencakup keseluruhan elemen yang terdapat dalam tabel periodik unsur termasuk Hidrogen dan Karbon itu sendiri. Unsur N, P dan Si adalah merupakan mikro elemen esensial terpenting yang dibutuhkan oleh organisme laut. Ketiga elemen tersebut berperan penting dalam metabolisme, proses fisiologis, dan reaksi biokimiawi dalam tubuh.

Elemen adalah unsur/ materi/ bahan dasar (*fundamental kinds of matter*) yang menyusun seluruh benda di alam semesta. Elemen tersusun dari atom-atom. Semua atom yang berasal dari elemen yang sama secara kimiawi memiliki sifat yang identik.

Semua benda di dunia ini terdiri dari bahan penyusun. Bahan-bahan tersebut terbentuk dari partikel terkecil yang disebut molekul. Molekul ini disusun oleh bagian yang lebih kecil lagi yaitu elemen. Elemen sendiri terdiri atas atom, bagian terkecil dari suatu benda yang merupakan akhir dari rantai komposisi.

Beberapa atom mempunyai muatan listrik yang kecil, positif atau negatif. Atom-atom yang bermuatan listrik disebut ion. Antara ion yang satu dengan ion

lainnya dapat bergabung membentuk molekul gabungan yang lazim disebut garam. Sebagian besar komponen air laut adalah garam-garam yang beraneka ragam. Jumlah masing-masing garam yang terkandung di dalam air laut berbeda-beda, bahkan komposisi garam antara air laut di daerah satu dengan daerah lainnya pun berbeda.

Berdasarkan rata-rata konsentrasi elemen yang ada dalam air (dalam Molar), membagi elemen menjadi 3 kelompok:

1. Elemen Mayor
2. Elemen Minor
3. Elemen Trace

#### 2.3.1 Elemen Mayor

Elemen mayor disuatu perairan jumlahnya sangat banyak (*unlimited elements*) dimana untuk rata – rata RT >  $10^6$  year. Elemen mayor bersifat sangat konservatif atau keberadaanya dilaut sangat tetap, dan konsentrasi tidak berkurang ataupun tidak bertambah dengan semakin dalam suatu perairan. Tiga sumber utama dari garam-garaman di laut adalah pelapukan batuan di darat, gasgas vulkanik dan sirkulasi lubang-lubang hidrotermal (*hydrothermal vents*) di laut dalam. Salinitas merupakan jumlah dari seluruh garam-garaman dalam gram pada setiap kilogram air laut. untuk elemen mayor sendiri tergolong dalam beberapa logam – logam, yang termasuk dalam elemen mayor adalah B, Br, Cl, Cs, F, K, Lr, Mg, Mo, Na, Rb, S, Ti, dan U.

Mengingat tingginya kandungan kation, air laut dapat digunakan sebagai salah satu sumber hara bagi tanaman termasuk tanaman yang sensitive terhadap kadar garam yang tinggi. Untuk elemen mayor atau mayor elemen yang mempunyai ukuran > 1 ppm yaitu diantaranya adalah : Na, Mg, Ca, K, Cl,  $SO_4$  dan  $HCO_3$ . Sedangkan untuk keberadaan perbandingan elemen mayor yang terdapat pada

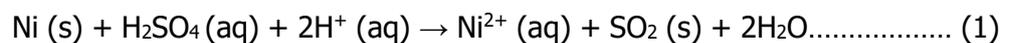
suatu perairan sangat stabil, kestabilan dari ratio mayor elemen disuatu perairan tergantung pada kondisi disuatu perairan. Berikut ini merupakan contoh dari karakteristik komposisi ratrio dengan antar elemen :  $SO_4 : Cl$  ;  $HCO_3 : Cl$  ;  $K : Na$

Berkaitan dengan tingginya salinitas air laut, tantangan yang dihadapi adalah upaya untuk memanfaatkan unsur-unsur hara tersebut dengan menurunkan kandungan Na dan  $Cl/Mg : Na$  dan  $Ca : Mg$  dimana kondisi suatu perairan disungai lebih tinggi dibandingkan dilaut. Selain proses di atas, proses-proses biogeokimia seperti reaksi redoks, kompleksasi–solidifikasi, mineralisasi–remineralisasi dan faktor lingkungan seperti pH, suhu, salinitas, arus dan aktifitas hidrothermal juga berperan penting terhadap distribusi mikro elemen di laut (Manahan, 2001).

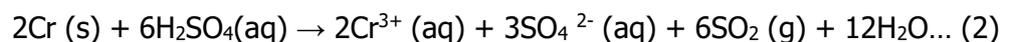
### 2.3.2 Asam Sulfat

Asam sulfat merupakan asam mineral anorganik dan memiliki sifat larut dalam air dengan semua perbandingan. Asam sulfat ini mempercepat sampel untuk mengalami oksidasi. Asam sulfat diproduksi dari belerang, oksigen, dan air melalui proses kontak.

Asam sulfat panas melarutkan nikel dengan membentuk belerang dioksida (Aris et al, 2013).



Asam sulfat pekat panas akan melarutkan kromium dengan cepat, sedangkan asam sulfat encer reaksinya berlangsung pelan:



## 2.4 **Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)**

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) atau *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) adalah suatu alat yang digunakan pada metode analisis

untuk penentuan unsur-unsur logam dan metaloid yang berdasarkan pada penyerapan absorpsi radiasi oleh atom bebas.

Spektrofotometer Serapan Atom berfungsi untuk menentukan kadar konsentrasi dari unsur metalik untuk kepentingan medis dalam pemeliharaan kesehatan, seperti kalsium, magnesium, tembaga, seng, dan besi. Selain itu, Spektrofotometer Serapan Atom juga dapat digunakan untuk menentukan apakah obat-obatan terapeutik tingkat seperti lithium telah dicapai dalam darah dan juga dapat mendeteksi kuantitatif kadar racun pada logam.

Spektroskopi Serapan Atom (SSA) atau *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) merupakan suatu metode analisis untuk menentukan konsentrasi suatu sampel unsur logam yang memiliki ketelitian, ketepatan dan selektivitas tinggi. Spektrofotometri serapan atom merupakan metode yang sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Metode ini prinsipnya pada absorpsi atau penyerapan energi radiasi oleh atom. Setiap unsur atom-atomnya akan menyerap energi pada panjang gelombang tertentu dan pada kondisi analisis yang berbeda-beda untuk masing-masing logam dan masing-masing tipe SSA yang digunakan.

Prinsip kerja dari alat Spektrofotometer Serapan Atom Lampu ditransmisikan untuk menentukan isi dari suatu analit dalam sampel yang diberikan, itu harus dikabutkan. *Atomizers* paling umum digunakan saat ini adalah api dan electrothermal (tabung grafit) *atomizers*. Atom kemudian harus disinari oleh radiasi optik, dan sumber radiasi bisa berasal garis elemen khusus sumber radiasi atau sumber radiasi kontinum.

Analisis dalam SSA dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Analisis kualitatif analisis kualitatif dilakukan dengan mengamati ada atau tidaknya serapan (absorbansi) dalam sampel. Jika terdapat serapan maka menunjukkan adanya logam yang dianalisis dalam sampel tersebut.

2. Analisis Kuantitatif Konsentrasi sampel dapat ditentukan dengan menggunakan kurva larutan standar berdasarkan persamaan Lambert Beer, yakni  $A = \epsilon \cdot b \cdot c$  atau dapat dinyatakan dengan  $Y = aX$  karena  $\epsilon$  dan  $b$  merupakan tetapan dengan  $Y$  adalah absorbansi dan  $X$  adalah konsentrasi, sedangkan  $k = \epsilon \cdot b$  juga merupakan tetapan,  $c$  adalah konsentrasi larutan,  $b$  adalah tebal kuvet dan  $\epsilon$  adalah koefisien absorptivitas molar.

Radiasi kemudian melewati monokromator dalam proses untuk memisahkan radiasi elemen-spesifik dari radiasi lain yang dipancarkan oleh sumber radiasi, yang akhirnya diukur dengan detector (Agtas et all, 2007).

#### Cara Kerja dari alat Spektrofotometer Serapan Atom

1. Membuka kompresor, gas lalu terlebih *ducting*, dahulu, main kemudian unit, dan komputer secara berurutan.
2. Buka program SAA (*Spectrum Analyse Specialist*).
3. Masukkan nomor lampu katoda yang dipasang.
4. Pilih unsur yang akan dianalisis dengan mengklik langsung pada symbol unsur yang diinginkan.
5. Mengatur parameter yang dianalisis, tunggu hingga selesai *warming up*.
6. Klik *icon* bergambar burner/ pembakar, setelah pembakar dan lampu menyala alat siap digunakan untuk mengukur logam.
7. Masukkan blanko, didiamkan hingga garis lurus terbentuk.
8. Masukkan sampel hingga kurva naik dan belok baru dilakukan pengukuran.
9. Setelah pengukuran selesai, data dapat diperoleh dengan mengklik icon print atau pada baris menu dengan mengklik file lalu print.

10. Apabila pengukuran telah selesai, aspirasikan air deionisasi untuk membilas burner selama 10 menit, api dan lampu burner dimatikan, program pada komputer dimatikan, lalu main unit AAS, kemudian kompresor, setelah itu ducting dan terakhir gas.

Gangguan-gangguan dalam metode Spektrofotometri Serapan Atom (AAS)

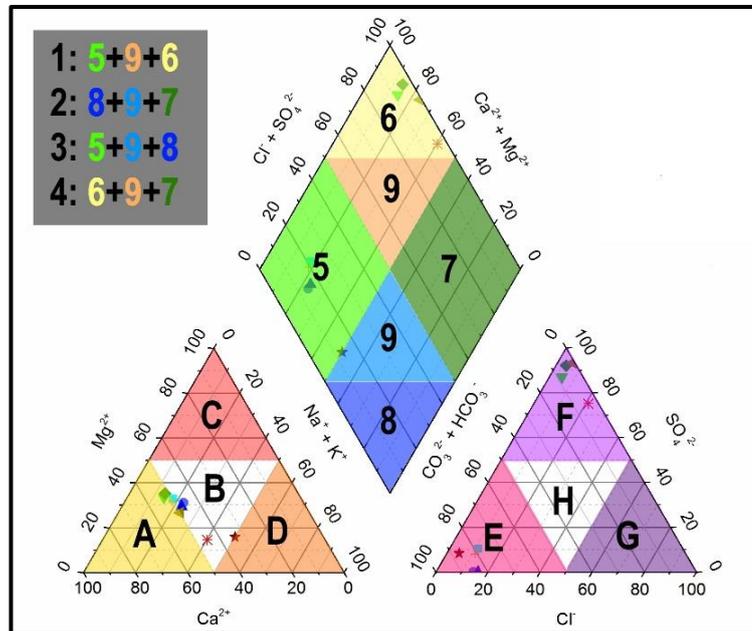
1. Gangguan Spektrum, Di dalam bagian atomizer selain terbentuk atom yang stabil terjadi juga atom yang tereksitasi dan dapat menghasilkan sinar emisi dengan panjang gelombang yang sama dengan sinar katoda, sehingga tidak dapat dipisahkan oleh monokromator.
2. Gangguan Kimiawi
  - a. Pengaruh Matrik (Matrik *Effect*) Gangguan-gangguan kimiawi dapat mempengaruhi jumlah atom bebas yang mencapai sinar (*optical path*) untuk diserap.
  - b. Pembentukan Senyawa yang Stabil Pembentukan senyawa yang stabil mengakibatkan banyak gangguan dalam SSA (Agtas, 2007).

## 2.5 Diagram Piper

Pada tahun 1944, Arthur M. Piper mengusulkan prosedur grafik yang efektif untuk menyajikan data kimia air untuk membantu memahami sumber konstituen terlarut dalam air. Prosedur ini didasarkan pada premis bahwa kation dan anion dalam air umumnya berada dalam kesetimbangan kimiawi.

Diagram piper adalah representasi grafis dari kimia dari air sampel atau sampel. Puncak dari plot kation adalah kalsium, magnesium dan natrium ditambah kation kalium. Puncak dari plot anion adalah sulfat, klorida dan karbonat ditambah anion hidrogen karbonat. Kedua plot terner kemudian diproyeksikan ke berlian.

Sampel air yang ditunjukkan pada diagram Piper dapat dikelompokkan dalam fasies hidrokimia. Segitiga kation dan anion dapat dipisahkan dalam daerah berdasarkan kation dominan atau anion dan kombinasinya menciptakan daerah di bagian diagram yang berbentuk berlian (Love, 2006).



Gambar 2.1 Diagram piper (Love, 2006)

Diagram Piper cocok untuk membandingkan komposisi ionik sekumpulan sampel air, tetapi tidak cocok untuk perbandingan spasial. Untuk aplikasi geografis, diagram Stiff dan diagram Maucha lebih dapat diterapkan, karena dapat digunakan sebagai penanda pada peta. Pengodean warna latar belakang diagram Piper memungkinkan penautan Diagram dan peta Piper.

Unsur – unsur kimia air hujan, umumnya sumber air tanah berasal dari air hujan. Air tersebut masuk/ meresap ke dalam tanah melalui permukaan bumi, kemudian mengalami peristiwa perkolasi dan filtrasi mencapai zona jenuh. Air hujan banyak membawa mineral – mineral yang berasal dari partikel – partikel di atmosfer, antara lain nitrat, bikarbonat, dan magnesium. Kandungan mineral – mineral tersebut dalam air hujan tergantung pada garis pantai yang pada umumnya

mengalami penurunan konsentrasi apabila jaraknya semakin jauh dari garis pantai. Selain itu, kegiatan industri dan gunung api juga dapat mempengaruhi konsentrasi ion – ion tersebut dalam air hujan. Sumber tersebar klorida adalah air laut, tetapi ratio Cl/ Na dalam air tanah umumnya lebih kecil dari air laut, hal ini menunjukkan kelebihan Na, yang mungkin berasal dari tanah.

Umumnya air tanah yang melalui batuan igneos dan batuan Kristal mempunyai mutu yang paling baik dengan konstentrasi garam umumnya di bawah 100 mg/l dan jarang sekali di atas 500 mg/l. Air dapat juga menjadi sadah tergantung pada mineral – mineral dalam batuan, seperti silica tinggi, magnesium yang tinggi, sedikit asam, atau sedikit alkali. Air dari batuan vulkanik juga mermutu baik, biasanya kandungan  $\text{HCO}_3$  relatif tinggi. Demikian pula dengan batuan sedimen. Air yang berasal dari batuan *sandstone* kemungkinan mempunyai Na dan  $\text{HCO}_3$  yang tinggi, sedangkan yang berasal dari *shale* airnya sedikit asam dan mengandung Fe,  $\text{SO}_4$  yang tinggi. Batuan kapur mempunyai air yang sedikit alkali dan mengandung Ca dan Mg relatif tinggi.

Air di daerah yang *alluvial* mengandung batuan sedimen mengandung Ca, Mg,  $\text{HCO}_3$ , dan  $\text{SO}_4$ . Umumnya Na dan Cl dipengaruhi oleh banyaknya pelindian (*leaching*), konstentrasi di lapisan permukaan tanah serta kontak dengan air *connate* pada akifer yang dalam. Jika mengandung batuan karbonat, air di daerah ini akan mengandung Ca, Mg, dan  $\text{HCO}_3$ . Batuan gypsum dan anhidrat merupakan penyumbang Ca dan  $\text{SO}_4$ .

Garam – garam yang terlarut dalam air permukaan terutama terdiri dari Na, Ca, Mg, K, Cl,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{HCO}_3$ , dan  $\text{CO}_3$ . Klasifikasi air permukaan digambarkan dengan menggunakan diagram trilinear dan diagram stiff. Menurut Diagram piper air tanah dikelompokkan menjadi kelompok kalsium – bikarbonat, kalsium – natrium – klorida, natrium – kalsium – magnesium – klorida – sulfat, dan sebagainya. Pengelompokan

ini dapat membantu penggambaran secara umum tipe – tipe dan asal – usul geokimia air permukaan (Piper, 1944).

## 2.6 Diagram Stiff

Sebuah diagram Stiff, atau pola Stiff, adalah representasi grafis dari analisis kimia, pertama kali dikembangkan oleh HA Stiff pada tahun 1951. Hal ini banyak digunakan oleh *Hydrogeologists* dan geokimia untuk menampilkan komposisi ion utama dari sampel air. Bentuk poligonal dibuat dari empat sumbu horizontal paralel yang membentang di kedua sisi sumbu nol vertikal. Kation diplot dalam miliekuivalen per liter di sisi kiri sumbu nol, satu untuk setiap sumbu horizontal, dan anion diplot di sisi kanan. Pola Stiff berguna untuk membuat perbandingan visual yang cepat antara air dari sumber yang berbeda. Sebuah alternatif dari Diagram Stiff adalah diagram Maucha.

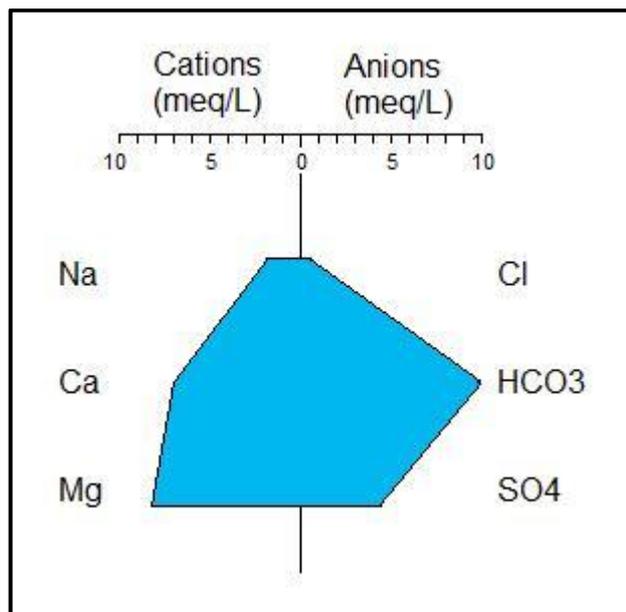
Diagram Stiff dapat digunakan:

1. Untuk membantu memvisualisasikan perairan terkait ion dari mana jalur aliran dapat ditentukan
2. Untuk menunjukkan bagaimana komposisi ion dari suatu badan air berubah dalam ruang dan / atau waktu.

Diagram Stiff yang khas ditunjukkan pada gambar 2.6. Dengan konvensi standar, diagram Stiff dibuat dengan memplot konsentrasi ekuivalen kation di kiri sumbu tengah dan anion di kanan. Titik-titik tersebut dihubungkan untuk membentuk gambar. Saat membandingkan diagram Stiff antara perairan yang berbeda, penting untuk menyiapkan setiap diagram menggunakan spesies ionik yang sama, dalam urutan yang sama, pada skala yang sama (James, 2002).

Laboratorium lingkungan biasanya melaporkan konsentrasi untuk parameter anion dan kation menggunakan satuan massa/volume, biasanya mg/L. Untuk mengubah konsentrasi massa menjadi konsentrasi yang ekuivalen, hubungan matematis berikut digunakan:

(konsentrasi massa)\*(muatan ionik)/(berat molekul)= (konsentrasi ekuivalen).



2.2 Diagram Stiff

Diagram Stiff memiliki titik – titik dari anion dan kation pada grafik, maka masing–masing titik dihubungkan dengan garis yang terlihat, yang selanjutnya membentuk pola tertutup. Diagram stiff memperlihatkan tipe – tipe air seperti tipe *fresh water*, tipe air laut, larutan kimia, dan *oil field brines*.

## 2.7 Total Dissolved Solid (TDS)

Total *Dissolved Solids* disingkat TDS. Arti dari TDS adalah “benda padat yang terlarut” yaitu semua mineral, garam, logam, serta kation-anion yang terlarut di air. Termasuk semua yang terlarut diluar molekul air murni (H<sub>2</sub>O). Secara umum, konsentrasi benda-benda padat terlarut merupakan jumlah antara kation dan anion

didalam air. TDS terukur dalam satuan *Parts per Million* (ppm) atau perbandingan rasio berat ion terhadap air.

Benda-benda padat di dalam air tersebut berasal dari banyak sumber organik seperti lumpur, plankton, serta limbah industri dan kotoran. Sumber lainnya bisa berasal dari limbah rumah tangga, pestisida, dan banyak lainnya. Sedangkan, sumber anorganik berasal dari batuan dan udara yang mengandung kalsium bikarbonat, nitrogen, besi fosfor, sulfur, dan mineral lain. Semua benda ini berbentuk garam, yang merupakan kandungannya perpaduan antara logam dan non logam. Garam-garam ini biasanya terlarut di dalam air dalam bentuk ion, yang merupakan partikel yang memiliki kandungan positif dan negatif. Air juga mengangkut logam seperti timah dan tembaga saat perjalanannya di dalam pipa distribusi air minum.

Sesuai regulasi dari *Environmental Protection Agency* (EPA) USA, menyarankan bahwa kadar maksimal kontaminan pada air minum adalah sebesar 500mg/liter (500 ppm). Kini banyak sumber-sumber air yang mendekati ambang batas ini. Saat angka penunjukan TDS mencapai 1000mg/L maka sangat dianjurkan untuk tidak dikonsumsi manusia. Dengan angka TDS yang tinggi maka perlu ditindaklanjuti, dan dilakukan pemeriksaan lebih lanjut. Umumnya, tingginya angka TDS disebabkan oleh kandungan potassium, klorida, dan sodium yang terlarut di dalam air. Ion-ion ini memiliki efek jangka pendek (*short-term effect*), tapi ion-ion yang bersifat toxic (seperti timah arsenic, kadmium, nitrat dan banyak lainnya) banyak juga yang terlarut di dalam air (Situmorang, 2007).

#### 2.7.1 TDS Meter

*Total Dissolved Solid* (TDS) Meter adalah alat untuk mengetes jumlah zat padat yang terlarut dalam air. Hasil pengukuran TDS Meter mempunyai satuan *Part Per Million* (PPM) yaitu bagian per satu juta. PPM dapat diartikan suatu jumlah ion

dalam suatu larutan. Sebagai contoh, terdapat 1 PPM ion  $\text{Na}^+$  dalam suatu larutan, ini berarti dalam larutan tersebut terdapat 1 juta ion  $\text{Na}^+$ . *Total Dissolved Solid* (TDS) merupakan salah satu indikator tingkat pencemaran air yang sering dianalisis. Nilai TDS maksimum untuk air minum adalah 1000 mg/l (WHO).

Prinsip dasar TDS, *Total Dissolved Solid* (TDS) adalah parameter yang menunjukkan kandungan padatan terlarut dalam air yang termasuk didalamnya unsur-unsur pencemaran seperti logam berat dan limbah organik. Semakin tinggi nilai TDS semakin tercemar kualitas air yang diukur

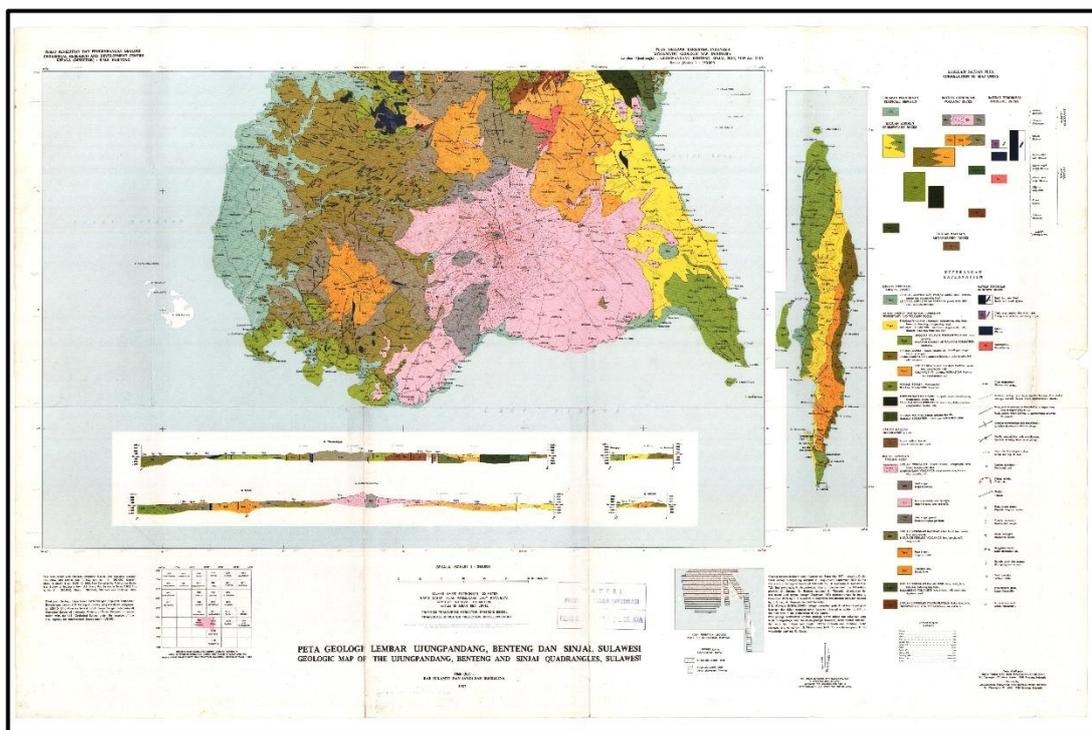
Nilai TDS yang paling baik untuk dikonsumsi adalah 0, karena TDS 0 bermanfaat untuk:

- 0 Melarutkan endapan kristal yang ada dalam ginjal dan kantung kemih.
- 1 Membersihkan usus besar dan saluran darah dari racun kimia.
- 2 Menambah asupan oksigen dalam darah, karena air murni mengikat lebih banyak oksigen (Situmorang, 2007).

## **2.8 Hidrogeologi**

Sulawesi Baratdaya terletak pada bagian selatan Mandala Barat Sulawesi. Berdasarkan keadaan morfologi dan dan tektoniknya, fisiografi Sulawesi Baratdaya ini dibagi atas dua jajaran pegunungan yang memanjang berarah relatif Utara–Selatan yang diberi nama Pegunungan Bone. Kedua jajaran pegunungan tersebut menyatu di ujung Selatan dari jazirah Baratdaya ini membentuk bentang alam gunung yang didominasi oleh Gunung Lompobattang. Daerah antara kedua pegunungan ini adalah lembah Sungai Walanae yang membentuk struktur Graben, dikenal dengan nama depresi Walanae. Struktur ini merupakan bentukan dari zona sesar Walanae yang berarah relatif Baratlaut–Tenggara (Nur, 2012).

Batuan tua yang masih dapat diketahui kedudukan stratigrafi dan tektoniknya adalah sedimen *flych* Formasi Balangbaru dan Formasi Marada; bagian bawah tidak selaras menindih satuan yang lebih tua dan bagian atasnya ditindih tidak selaras oleh batuan yang lebih muda. Batuan yang lebih tua merupakan masa yang terimbrikasi melalui sejumlah sesar sungkup, terbreksikan, tergerus dan sebagian tercampur menjadi melange. Gejala ini menunjukkan, bahwa melange di Daerah Bantimala terjadi sebelum Kapur Akhir (Nur, 2012).



Gambar 2.3 Peta Geologi Lembar Ujung Pandang, Benteng, dan Sinjai

Berdasarkan Dalam Peta Geologi Lembar Ujung Pandang, Benteng, dan Sinjai (Sukanto dan Supriatna, 1982) diketahui bahwa batuan yang menyusun daerah penelitian dan sekitarnya terdiri dari Batuan Gunungapi Langi (Tpv), Formasi Tonasa (Temt), Granodiorit (gd) (Nur, 2012).

Batuan Gunungapi Langi (Tpv); ini memiliki ketebalan sekitar 400 m, ditindih tidak selaras oleh batugamping Formasi Tonasa berumur Eosen, dan diterobos oleh batuan granodiorit (gd) (Nur, 2012).

Formasi Tonasa (Temt); batugamping, sebagian berlapis dan sebagian pejal, koral, bioklastika dan kalkarenit, dengan sisipan napal globigerina. Formasi ini tebalnya  $\pm 1750$  m, tidak selaras menindih Batuan Gunungapi Langi (Tpv) dan ditindih oleh Formasi Camba (Tmc); di beberapa tempat diterobos oleh retas, sill dan stock bersusunan basal diorit, berkembang baik di sekitar Tonasa pada daerah Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat (Sukanto dan Supriatna, 1982).

Granodiorit (gd); terobosan granodiorit, batumannya berwarna kelabu muda, di bawah mikroskop terlihat adanya felspar, kuarsa, biotit, sedikit piroksin dan hornblende, dengan mineral pengiring zirkon, apatit dan magnetit; mengandung senolit bersifat diorit, diterobos retas aplit, sebagian yang lebih bersifat diorit dan mengalami kaolinisasi. Batuan terobosan ini tersingkap di sekitar daerah Biru, menerobos batuan dari Formasi Marada (Km) dan Batuan Gunungapi Terpropilitkan (Tpv), tetapi tidak ada kontak dengan batugamping Formasi Tonasa (Temt). Umur berdasarkan sifat radioaktif dari contoh granodiorit yang menghasilkan umur 19 – 2 juta tahun diinterpretasikan terobosan batuan ini berlagsung pada Kala Miosen Awal.

Formasi Camba (Tmcv): batuan sedimen laut berselingan dengan batuan gunungapi, batupasir tufaan berselingan dengan tufa batupasir dan batulempung; bersisipan napal, batugamping, konglomerat dan breksi gunungapi. dan batubara. Formasi ini adalah lanjutan dari Formasi Camba yang terletak di Lembar Pangkajene dan Bagian Barat Watampone sebelah utaranya kira-kira 4.250 m tebalnya,

A. Basal (b): terobosan basal berupa retas, sill dan stok, bertekstur porfiri dengan fenokris piroksen kasar mencapai ukuran lebih dan 1 cm, berwarna kelabu tua kehitaman dan kehijauan; sebagian dicirikan oleh struktur kekar meniang, beberapa di antaranya mempunyai tekstur gabro. (Harry, 2008).