

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Dasar Teori**

##### **1. Pengertian Air Bersih**

###### **a. Air Untuk Keperluan Hygiene Saitasi**

Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan air minum (Permenkes RI No. 32 Tahun 2017). Saat musim kemarau tiba warga sulit mendapatkan air bersih. Penyebab susah mendapatkan air bersih adalah adanya pencemaran air yang disebabkan oleh limbah industri, rumah tangga, limbah pertanian. Selain itu adanya pembangunan dan penjarahan hutan merupakan penyebab berkurangnya kualitas mata air dari pegunungan karena banyak tercampur dengan lumpur yang terkikis terbawa aliran air sungai. Akibatnya, air bersih terkadang menjadi barang langka (Riyanti, 2018)

Kebutuhan air bersih yaitu banyaknya air yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air dalam kegiatan sehari-hari seperti mandi, mencuci, memasak, menyiram tanaman dan lain sebagainya. Sumber air bersih untuk kebutuhan hidup sehari-hari secara umum harus memenuhi standar kuantitas dan kualitas (Riyanti, 2018)

Ditinjau dari sudut ilmu kesehatan masyarakat, penyediaan sumber air bersih harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat karena penyediaan air bersih yang terbatas memudahkan timbulnya penyakit di masyarakat

b. Sumber Air Bersih

Menurut Chandra (2006) air yang diperuntukan bagi manusia harus berasal dari sumber yang bersih dan aman. Batas-batasan sumber air yang bersih dan aman tersebut, antara lain :

- 1) Bebas dari kontaminan atau bibit penyakit
- 2) Bebas dari substansi kimia yang berbahaya dan beracun
- 3) Tidak berasa dan berbau
- 4) Dapat dipergunakan untuk mencukupi kebutuhan domestik dan rumah tangga.
- 5) Memenuhi standar minimal yang ditentukan oleh WHO atau Departemen Kesehatan RI.

Air dinyatakan tercemar bila mengandung bibit penyakit, parasit, bahan-bahan kimia berbahaya, dan sampah atau limbah industri. Air yang berada dari permukaan bumi ini dapat berasal dari berbagai sumber. Berdasarkan letak sumbernya, air dapat dibagi menjadi 3 yaitu air angkasa (hujan), air permukaan, dan air tanah (Damayanti, 2018) :

### 1) Air Angkasa

Air angkasa atau air hujan merupakan sumber air utama di bumi. Walaupun pada saat presipitasi merupakan air yang paling bersih, air tersebut cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran yang berlangsung di atmosfer itu dapat disebabkan oleh partikel debu, mikroorganisme, dan gas, misalnya, karbon dioksida, nitrogen, dan amonia.

### 2) Air Permukaan

Air permukaan yang meliputi badan-badan air semacam sungai, danau, telaga, waduk, rawa, terjun, dan sumur permukaan, sebagian besar berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi. Air hujan tersebut kemudian akan mengalami pencemaran baik oleh tanah, sampah, maupun lainnya.

### 3) Air Tanah

Air tanah (*ground water*) berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi yang kemudian mengalami perkolasi atau penyerapan ke dalam tanah dan mengalami proses filtrasi secara alamiah. Proses-proses yang telah dialami air hujan tersebut, didalam perjalannya ke bawah

tanah, membuat tanah menjadi lebih baik dan lebih murni dibandingkan air permukaan.

Air tanah memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan sumber lain. Pertama, air tanah biasanya bebas dari kuman penyakit dan tidak perlu proses purifikasi atau penjernihan. Persediaan air tanah juga cukup tersedia sepanjang tahun, saat musim kemarau sekalipun. Sementara itu, air tanah juga memiliki beberapa kerugian atau kelemahan dibandingkan sumber lainnya. Air tanah mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi yang tinggi.

c. Persyaratan Kualitatif dan Kuantitatif Air

Sifat fisik air dapat dianalisa secara visual dengan pancaindra. Misalnya, air keruh atau berwarna dapat dilihat, air berbau dapat dicium. Penilaian tersebut tentunya bersifat kualitatif. Misalnya, bila tercium bau berbeda, rasa air pun akan berbeda, rasa air pun berbeda atau bila air berwarna merah, bau yang akan tercium pun pasti sudah dapat ditebak. Cara ini dapat digunakan untuk menganalisis air secara sederhana karena sifat-sifat air saling berkaitan (Damayanti, 2018).

Ada beberapa persyaratan utama yang harus dipenuhi dalam sistem penyediaan air bersih. Persyaratan tersebut meliputi hal-hal sebagai berikut (Damayanti, 2018):

## 1) Syarat Kualitatif

Menggambarkan mutu atau kualitas dari air baku air bersih. Persyaratan ini meliputi syarat fisik, kimia, biologis dan radiologis.

### a) Syarat Fisik

Secara fisik air bersih harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa(tawar). Warna dipersyaratkan dalam air bersih untuk masyarakat karena pertimbangan estetika. Rasa asin, manis, pahit, asam dan sebagainya tidak boleh terdapat dalam air bersih untuk masyarakat. Bau yang bisa terdapat pada air adalah bau busuk, amis, dan sebagainya. Bau dan rasa biasanya terdapat bersama-sama dalam air. Suhu air sebaiknya sama dengan suhu udara atau kurang lebih 25°C. Sedangkan untuk jernih atau tidaknya air dikarenakan adanya butiran-butiran koloid daribahan tanah liat. Semakin banyak mengandung koloid maka air semakin keruh.

### b) Syarat Kimia

Air bersih tidak boleh mengandung bahan-bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas. Secara kimia, air bersih tidak boleh terdapat zat-zat yang beracun, tidak boleh ada zat-zat yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan,

tidak mengandung zat- zat yang melebihi kadar tertentu sehingga menimbulkan gangguan teknis, dan tidak boleh mengandung zat kimia tertentu sehingga dapat menimbulkan gangguan ekonomis.

Salah satu peralatan kimia air bersih adalah kandungan Besi (Fe) . Menurut (PERMENKES RI No. 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan ), air untuk keperluan air minum dan masak hanya diperbolehkan dengan batasan Kadar Besi 1 mg/L.

c) Syarat Bakteriologis

Air bersih tidak boleh mengandung kuman-kuman patogen dan parasitik seperti kuman-kuman typhus, kolera, dysentri dan gastroenteris. Karena apabila bakteri patogen dijumpai pada air minum maka akan mengganggu kesehatan atau timbul penyakit. Untuk mengetahui adanya bakteri patogen dapat dilakukan dengan pengamatan terhadap ada tidaknya bakteri E. Coli yang merupakan bakteri indikator pencemaran air. Secara bakteriologis, total Coliform yang diperbolehkan pada air bersih yaitu 0 koloni per 100ml air bersih. Air bersih yang mengandung golongan Coli lebih dari kadar tersebut dianggap terkontaminasi oleh kotoran manusia.

d) Syarat Radioaktif

Air minum tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan bahan-bahan yang mengandung radioaktif seperti sinar alfa, gamma, dan beta.

2. Sumur Gali

Cara mendapatkan air bersih yang mudah untuk diterapkan di masyarakat adalah dengan menggunakan sumur. Sumur merupakan sumber utama persediaan air bersih bagi penduduk yang tinggal di daerah pedesaan maupun perkotaan di Indonesia. Menurut Chandra (2006):

a. Sumur dangkal (*shallow well*)

Sumur dangkal ini memiliki sumber air yang berasal dari resapan air hujan di atas permukaan bumi terutama di daerah dataran rendah. Jenis sumur ini banyak terdapat di Indonesia dan mudah sekali terkontaminasi air kotor yang berasal dari kegiatan mandi-cuci-kakus (MCK) sehingga persyaratan sanitasi yang ada perlu sekali diperhatikan.

b. Sumur dalam (*deep well*)

Sumur dalam memiliki sumber air yang berasal dari proses purifikasi alami air hujan oleh lapisan kulit bumi menjadi air tanah. Sumber airnya tidak terkontaminasi dan memenuhi persyaratan sanitasi.

### 3. Kadar Besi (Fe) dalam Air

Zat besi merupakan logam yang banyak ditemukan dalam lapisan kerak bumi. Unsur ini ditemukan dalam air pada kisaran antara 0,5 sampai 50 mg/L. Zat besi juga dapat ditemukan di air minum sebagai hasil penggunaan koagulan zat besi akibat korosi bahan dan pipa besi selama distribusi air (Effendi, 2003).

Besi adalah satu dari lebih unsur-unsur penting dalam air permukaan dan air tanah. Perairan yang mengandung besi sangat tidak diinginkan untuk keperluan rumah tangga, karena dapat menyebabkan bekas karat pada pakaian, porselin dan alat-alat lainnya serta menimbulkan rasa yang tidak enak pada air minum pada konsentrasi diatas kurang lebih 0,3 mg/L. Sifat kimia perairan dari besi adalah sifat redoks, pembentukan kompleks, metabolisme oleh mikroorganisme, dan pertukaran dari besi antara fase padat dan fase cair pada besi karbonat, hidroksida, dan sulfida (Achmad, 2004).

Keberadaan besi dalam air bersifat terlarut, menyebabkan air menjadi merah kekuning-kuningan, menimbulkan bau amis, dan membentuk lapisan seperti minyak. Besi merupakan logam yang menghambat proses desinfeksi. Besi dalam tubuh dibutuhkan untuk pembentukan hemoglobin namun dalam dosis berlebihan dapat merusak dinding usus.

Besi (II) sebagai ion berhidrat yang dapat larut ( $\text{Fe}^{2+}$ ) merupakan jenis besi yang terdapat dalam air tanah. Air tanah yang

mengandung Fe (II) memiliki sifat yang unik. Dalam kondisi tidak ada oksigen, air tanah yang mengandung Fe (II) jernih, begitu mengalami oksidasi oleh oksigen yang berasal dari atmosfer ion ferro berubah menjadi ferri dengan reaksi

$4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 10\text{H}^+ \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 8\text{H}^+$  dan menyebabkan air menjadi keruh.

Beberapa sifat besi yang terkandung dalam air (Sutrisno, 1996) antara lain :

- a. Terlarut sebagai  $\text{Fe}^{2+}$  (Ferro) atau  $\text{Fe}^{3+}$  (Ferri)
- b. Tersuspensi sebagai butiran koloid atau lebih besar seperti  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{FeOOH}$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$
- c. Terkandung dengan zat organik atau zat padat organik (seperti tanah liat)

Menurut Effendi (2003), penyebab utama tingginya kadar besi dalam air diantaranya :

- a. Rendahnya pH air normal yang tidak menyebabkan masalah adalah  $\geq 7$ . Air yang mempunyai  $\text{pH} \leq 7$  dapat melarutkan logam termasuk pH.
- b. Temperatur air
- c. Kenaikan temperatur akan menyebabkan meningkatnya derajat korosif.
- d. Gas-gas terlarut dalam air

Adanya gas-gas terlarut diantaranya adalah  $O_2$ ,  $CO_2$ , dan  $H_2S$ .

Beberapa gas terlarut dalam air tersebut akan bersifat korosif.

e. Bakteri

Secara biologis tingginya kadar besi dipengaruhi oleh bakteri besi yaitu bakteri yang hidupnya membutuhkan makanan dengan mengoksidasi besi sehingga larut.

4. Dampak Fe Tinggi dalam Air

Menurut (Damayanti, 2018) kandungan Fe dalam air sumur gali dapat menyebabkan berbagai masalah diantaranya :

a. Gangguan Teknis

Endapan  $Fe(OH)_2$  dapat menyebabkan efek-efek yang merugikan seperti mengotori bak dan seng, wastafel dan kloset. Bersifat korosif terhadap pipa terutama pipa dan akan mengendap pada saluran pipa, sehingga menyebabkan pembuntuan.

b. Gangguan Fisik

Gangguan fisik yang ditimbulkan oleh adanya besi terlarut dalam air adalah timbulnya kekeruhan, warna (kuning), bau dan rasa.

c. Gangguan Kesehatan

Besi dibutuhkan oleh tubuh dalam pembentukan hemoglobin. Banyaknya Fe di dalam tubuh dikendalikan pada fase absorpsi. Zat Fe yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan. Hal ini dikarenakan tubuh

manusia tidak dapat mengekskresikan Fe. Sehingga bagi mereka yang sering mendapatkan transfusi darah warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi Fe. Air minum yang mengandung Fe cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Selain itu dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/L akan menyebabkan terjadinya iritasi. Apabila kelarutan dalam air melebihi 10 mg/L akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk.

#### d. Gangguan Ekonomis

Gangguan ekonomis yang ditimbulkan adalah tidak secara langsung melainkan karena akibat yang ditimbulkan oleh kerusakan peralatan sehingga diperlukan biaya untuk penggantian.

Untuk mengetahui gangguan yang ditimbulkan dari kadar Fe dalam air seperti tersebut diatas, perlu dilakukan pemantauan kualitas air secara rutin dengan cara diambil sampelnya. Menurut Effendi (2003), jenis-jenis sampel air dapat dikelompokkan menjadi tiga sebagai berikut :

- a. Sampel sesaat (*Grab sampel*), yaitu sampel yang diambil secara langsung dari badan air yang sedang dipantau. Sampel ini hanya menggambarkan karakteristik air pada saat pengambilan sampel.
- b. Sampel komposit (*Composite sampel*), yaitu sampel campuran dari beberapa waktu pengamatan. Pengambilan sampel komposit

dapat dilakukan secara manual ataupun secara otomatis dengan menggunakan peralatan yang dapat mengambil air pada waktu tertentu. Pengambilan sampel secara otomatis hanya dilakukan jika ingin mengetahui gambaran tentang karakteristik kualitas air secara terus-menerus.

- c. Sampel gabungan tempat (*Intergreatet sampel*) yaitu sampel gabungan yang diambil secara terpisah dari beberapa tempat, dengan volume yang sama.

## 5. Cadangan Air Tanah di CAT Yogyakarta-Sleman

Perhitungan kuantitas atau cadangan Air Tanah di Cekungan Air Tanah YogyakartaSleman dapat dibedakan menjadi 2, yaitu Cadangan Air Tanah Statis dan Cadangan Air Tanah Dinamis.

### a. Cadangan Air Tanah Statis

- 1) Kabupaten Sleman: Berdasarkan hasil perhitungan, maka didapatkan Kecamatan yang memiliki cadangan Air Tanah statis terbesar di sistem akuifer bagian atas adalah Kecamatan Pakem, dengan nilai cadangan sebesar 584.502.822 m<sup>3</sup> . Sedangkan Kecamatan yang memiliki nilai cadangan statis terkecil adalah Kecamatan Prambanan, dengan nilai cadangan sebesar 65.901.118 m<sup>3</sup> . Sementara itu pada sistem akuifer bagian bawah, kecamatan yang memiliki cadangan Air Tanah statis terbesar adalah Kecamatan Ngemplak, dengan nilai cadangan sebesar 217.976.305 m<sup>3</sup> . Sedangkan Kecamatan Minggir merupakan Kecamatan

dengan nilai cadangan terkecil, yaitu sebesar 11.143.774 m<sup>3</sup> . Total cadangan Air Tanah statis di sistem akuifer bagian atas di Kabupaten Sleman lebih kurang sebesar 5.019.592.985 m<sup>3</sup> , sedangkan untuk sistem akuifer bagian bawah lebih kurang sebesar 1.718.695.450 m<sup>3</sup>. Kota Yogyakarta: Kecamatan yang memiliki cadangan Air Tanah statis terbesar di sistem akuifer bagian atas di Kota Yogyakarta adalah Kecamatan Umbulharjo, dengan nilai cadangan sebesar 44.081.920 m<sup>3</sup> . Begitupun juga pada sistem akuifer bagian bawah, Kecamatan Umbulharjo memiliki cadangan statis terbesar dengan nilai sebesar kurang lebih 57.306.496 m<sup>3</sup> . Total cadangan statis di Kota Yogyakarta lebih kurang sebesar 228.165.256 m<sup>3</sup> untuk sistem akuifer bagian atas, sedangkan untuk sistem akuifer bagian bawah lebih kurang sebesar 313.605.356 m<sup>3</sup> .

- 2) Kabupaten Bantul: Perhitungan cadangan Air Tanah statis di Kabupaten Bantul menunjukkan kecamatan yang memiliki cadangan Air Tanah statis terbesar di system akuifer bagian atas adalah Kecamatan Banguntapan dengan nilai sebesar 109.256.348 m<sup>3</sup> , dan Kecamatan Sewon dengan nilai sebesar 141.375.029 m<sup>3</sup> pada Sistem akuifer bagian bawah. Total cadangan Air Tanah statis di Kabupaten Bantul untuk sistem akuifer bagian atas lebih kurang sebesar 772.095.921 m<sup>3</sup> , sedangkan untuk sistem akuifer bagian bawah lebih kurang sebesar 622.352.040 m<sup>3</sup> .

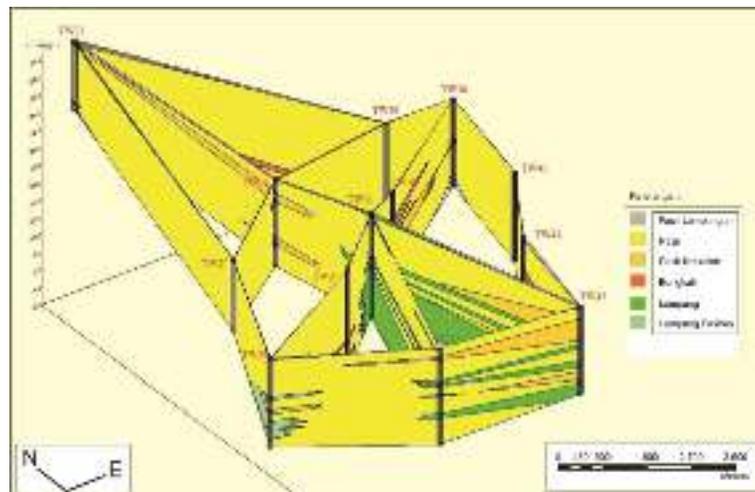
b. Cadangan Air Tanah Dinamis

- 1) Kabupaten Sleman: Berdasarkan perhitungan cadangan Air Tanah dinamis pada sistem akuifer bagian atas didapatkan bahwa daerah dengan debit terbesar berada pada Kecamatan Ngemplak, yaitu sebesar 21.714 lt/dtk, sedangkan daerah dengan debit terkecil berada pada Kecamatan Godean, dengan debit sebesar 488 lt/dtk. Demikian juga pada sistem akuifer bagian bawah Kabupaten Sleman, terhitung cadangan Air Tanah dinamis terbesar berada pada Kecamatan Ngemplak, dengan debit sebesar 26.037 lt/dtk, sedangkan debit terkecil dengan nilai 382 lt/dtk terletak pada Kecamatan Godean.
- 2) Kota Yogyakarta: Perhitungan cadangan di Kota Yogyakarta menunjukkan debit terbesar cadangan Air Tanah dinamis untuk sistem akuifer bagian atas berada di Kecamatan Tegalrejo, dengan debit sebesar 1.546 lt/dtk. Kecamatan Danurejan memiliki debit yang paling kecil, yaitu sebesar 326 lt/dtk. Perhitungan cadangan pada sistem akuifer bagian bawah Kota Yogyakarta menunjukkan cadangan Air Tanah dinamis terbesar berada pada Kecamatan Gondokusuman dengan debit sebesar 1.464 lt/dtk. Sedangkan debit terkecil berada pada Kecamatan Danurejan, yaitu sebesar 196 lt/dtk.
- 3) Kabupaten Bantul: Perhitungan di sistem akuifer bagian atas di Kabupaten Bantul menunjukkan debit terbesar berada pada Kecamatan Sewon, yaitu sebesar 3.816 lt/dtk. Sedangkan debit terkecil memiliki nilai sebesar 129 lt/dtk dan terletak pada Kecamatan

Imogiri. Demikian juga pada sistem akuifer bagian bawah, debit cadangan Air Tanah dinamis terbesar berada pada Kecamatan Sewon, yaitu sebesar 3.402 lt/dtk. Sedangkan debit terkecil berada di Kecamatan Pajangan, dengan nilai sebesar 158 lt/dtk.

#### 6. Sistem Akuifer Kecamatan Kalasan dan Kecamatan Ngeplak

Sistem akuifer di dapat hasil dari korelasi log pemboran yang didapat dari hasil penelitian Hendrayana (2013). Log bor tersebut tersusun atas berbagai macam litologi , diantaranya :



Gambar hasil korelasi log batuan di kecamatan kalasan dan kecamatan ngeplak.

Dari hasil korelasi maka susunan litologi secara vertikal didapartak sebagai berikut.

- a. Pasir lempungan (berwarna abu-abu)
- b. Pasir Sedang (berwarna kuning)
- c. Pasir dengan fragmen krakal (berwarna kuning tua)

- d. Breksi (berwarna coklat)
- e. Lempung (berwarna coklat)
- f. Lempung pasiran (berwarna hijau muda)
- g. Lanau Sebagai sisipan (berwarna ungu)

Dari gambar di atas dapat dijelaskan bahwa ketebalan akuifer di kecamatan ngemplak dan kalasan tergantung pada litologi bawah permukaannya. Dapat dilihat bahwa jenis akuifer pada daerah penelitian merupakan akuifer bebas dimana akuifer bebas ini termasuk sistem akuifer dengan aliran melalui celahan dan runag antar butir. Ketebalan dari akuifer ini menunjukkan bahwa semakin keselatan adakn semakin menipis, bagian utara dehgan titik bor TW 33 hingga TW 44 ketebalan akuifer mencapai 80 meter sedangkan pada titik bor TW 44 hingga TW 42 hanya sekitar 30-50 meter. Pada sistem akuifer bebas sangat dipengaruhi oleh sistem aliran permukaan , seperti aliran aliran sungai, sehingga pada sistem akuifer bebas sangat mudah terpengaruh oleh pencemaran dari aliran air permukaan.

#### 7. Pola Aliran Air Tanah

Dari hasil pengukuran elevasi muka air tanah di lapangan diketahui elevasi muka air tanah tertinggi dan terendah yang berada pada daerah Kecamatan Kalasan dan Kecamatan Ngemplak, yaitu daerah dengan elevasi tertinggi terdapat pada bagian utara daerah Kecamatan Ngemplak, yaitu lebih dari 244 m.d.p.l dan terendah terdapat pada

bagian selatan Kecamatan Kalasan, yaitu kurang lebih 151 m.d.p.l. Pola aliran di Kecamatan Kalasan dan Kecamatan Ngempak relatif mengarah dari utara ke selatan.

8. Kandungan Unsur Kimia Dalam Abu Vulkanik Gunung Merapi

Menurut Mulyaningsih, dkk (2011) kandungan unsur dalam abu vulkanik dengan NIST SRM271 1a Mountana Soil.

Hasil kontrol mutu intrnal metode NIST SRM 271 1a Mountana Soil

unsur	Sertifikat <sup>1)</sup>		Hasil analisis		Bilan relatif (%)	u-test score	Rasio (hasil/sertifikat)
	Nilai (mg/kg)	Ketidakpastian(±)	Nilai (mg/kg)	Ketidakpastian(±)			
Fe(%)	2,84	0,36	2,98	0,22	3,1	0,39	1,03
Na(%)	1,14	0,03	1,07	0,0234	6,2	1,86	0,94
Ca(%)	2,42	0,06	2,508	0,005	3,6	1,46	1,04
K(%)	2,52	0,10	2,418	0,003	4,4	1,12	0,96
Li(%)	0,317	0,008	0,324	0,002	9,3	0,85	1,02
As	105	8	101	5	3,9	0,45	0,96
Ba	730	15	731,49	0,97	0,2	0,09	1,00
Cr	52,30	2,90	53,49	1,19	2,3	0,38	1,02
Hg	7,42	0,18	7,22	0,38	2,7	0,48	0,97
Co	9,89	0,18	9,63	0,23	2,6	0,89	0,97

Unsur-unsur tersebut di kelompokkan menjadi 2 kelompok yaitu unsur makro, unsur mikro, dan unsur logam berat. Yang termasuk dalam unsur makro (Konsentrasi > 1000 mg/kg) meliputi Na, Al, Ca, Fe, Mg, Ti dan Mn, unsur mikro (Konsentasi < 500 mg/kg) U, Hg, Hf, Sb, Co, Cs, Rb, V, As, Zn, Cr termasuk unsur logam termasuk tanah jarang Eu, Yb, Tb, Lu, Ce, Dy, dan Sc.

## Kandungan unsur makro dan mikro dalam abu vulkanik

Kelompok	Unsur	Kisaran Konsentrasi
<b>Makro</b>		
		% berat
	Al	10,45 -13,37
	Fe	4,44-8,79
	Na	2,55-3,35
	Ca	1,03-8,82
	Mg	0,61-1,75
	Ti	0,31-0,58
	Mn	0,12-0,17
<b>Mikro</b>		
		mg/kg
	Ba	453,73-668,79
	V	105,77-209,68
	Zn	52,41-194,42
	Sb	39,77-129,95
	Rb	24,62-74,35
	La	17,10-22,88
	Ce	13,50-42,72
	Sc	7,89-13,09
	Co	8,30-10,90
	As	4,24-7,81
	Cs	3,37-8,58
	Dy	1,19-9,15
	Hf	3,04-4,21
	Yb	1,84-3,51
	Hg	0,78-2,59
	U	1,24-1,88
	Eu	0,86-1,23
	Tb	0,69-1,03
	Lu	0,36-0,54

### 9. *Geographic Information System*

#### a. Pengertian GIS

*Geographic Information System* (GIS) merupakan sistem yang berbasis komputer yang terdiri dari perangkat keras (*hardware*), lunak (*software*), dan prosedur yang dapat digunakan untuk menyimpan, menganalisis dan memanipulasi informasi geografis, terdapat lima komponen yang harus ada dalam sebuah sistem informasi yaitu perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), informasi geografis berupa

data spasial(*spatial data*), prosedur yang dijalankan (*methods*), dan manusia yang menjalankan sistem tersebut.(Hidayat F.N. et al, 2014)

*Geographic Information System* (GIS) merupakan suatu sistem informasi berbasis komputer, dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan dan menganalisis objek-objek serta fenomena-fenomena dimana lokasi geografis merupakan karakteristik yang penting atau kritis untuk dianalisis, sistem ini meng-*capture*, mengecek, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan data yang secara spasial mereferensikan kepada kondisi bumi. Teknologi GIS mengintegrasikan operasi-operasi umum *database*, seperti *query* dan analisis statistik, dengan kemampuan visualisasi dan analisa unik yang dimiliki oleh pemetaan. Kemampuan inilah yang membedakan sistem informasi lainnya yang membuatnya menjadi berguna bagi berbagai kalangan untuk menjelaskan kejadian, merencanakan strategi, dan memprediksi apa yang terjadi. (Setyawan D A, 2014)

Peneliti memanfaatkan GIS sebagai perangkatnya termasuk dalam perangkat manusia (*brainware*) yang terlebih dahulu harus memahami tentang kualitas air sumur secara konseptual, dimana selanjutnya menerapkan konsep tersebut dalam wujud data spasial dan model matematisnya dalam perangkat keras dan lunaknya untuk dimodelkan dalam suatu hasil analisis yang terpercaya. Sehingga integrasi sangat diperlukan, tidak hanya keilmuan kesehatan saja, tetapi setidaknya juga memahami keilmuan geografi, pengindraan jauh, kartografi, geodesi, ilmu

ukur tanah, komputer, matematika, statistika, dan beberapa bidang ilmu lainnya terkait aplikasi secara memadai. (Hidayat F.N. et al, 2014).

b. Kelebihan dan kekurangan GIS

Terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan dalam penggunaan GIS. Kelebihan GIS dapat membantu dalam meningkatkan integrasi organisasi, membolehkan pengguna untuk melihat, memahami, menafsirkan dan menggambarkan data dalam banyak cara dan menungkapkannya dengan hubungan, pola, dan tren, dalam bentuk peta, *globe*, laporan, dan *carta*, menyediakan sial dan jawaban, menyelesaikan masalah dengan melihat data dengan cepat dan mudah dipahami, membantu untuk diintegrasikan ke dalam setiap kerangka sistem maklumat perusahaan, dan menyediakan lebih banyak peluang pekerjaan. Sedangkan kelemahan GIS diantaranya yaitu memerlukan *cost* yang agak mahal, data diperlukan dalam jumlah yang besar untuk di input sebelum melakukan analisis. (Hidayat F.N. et al, 2014)

c. Memanfaatkan GIS dalam bidang kesehatan.

Menurut WHO, GIS dalam kesehatan masyarakat dapat digunakan antara lain untuk menentukan distribusi geografis, penyakit, analisis *trend spasial* dan temporal, pemetaan populasi beresiko, stratifikasi faktor resiko, penilaian distribusi sumberdaya, perencanaan dan penentuan intervensi, serta monitoring penyakit.

GIS sangat memberikan manfaat dalam bidang kesehatan diantaranya untuk mempelajari hubungan antara lokasi, lingkungan dan kejadian penyakit oleh karena kemampuannya dalam mengelola dan menganalisis serta menampilkan data spasial.

#### E. Analisis spasial dalam GIS.

*Geographic Information System* mempunyai kemampuan untuk menjawab pertanyaan spasial maupun *non* spasial beserta kombinasinya dalam rangka memberikan solusi-solusi atas permasalahan keruangan. Hal ini berarti bahwa sistem ini memang dirancang untuk mendukung berbagai analisis terhadap sistem informasi geografis, seperti teknik-teknik yang digunakan untuk meneliti dan mengeksplorasi data dari perspektif keruangan, untuk mengembangkan dan menguji model-model, serta menyajikan kembali datanya sedemikian rupa sehingga dapat meningkatkan pemahaman dan wawasan. Fungsi atau teknik-teknik analisa seperti inilah yang dalam GIS disebut sebagai analisis spasial. (Hidayat F.N. et al, 2014)

Analisa spasial merupakan sekumpulan teknik untuk analisis data spasial, yang hasil-hasilnya sangat bergantung pada lokasi objek yang bersangkutan yang sedang dianalisis, dan memerlukan akses baik terhadap lokasi objek maupun atribut-atributnya. Sehubungan

dengan hal tersebut, maka fungsi analisis spasial dapat memberikan informasi yang spesifik tentang peristiwa yang sedang terjadi pada suatu area atau unsur geografis beserta perubahan atau *trend* yang terdapat di dalamnya pada selang waktu tertentu. Dalam aktivitas keseharian, banyak sekali masalah yang dapat diselesaikan melalui pendekatan analisis spasial. Setidaknya hasil analisis spasial pemodelan GIS dapat dijadikan sebagai dasar yang kuat bagi suatu pengambilan keputusan atau pembuatan suatu kebijakan dalam kesehatan.

#### F. Data spasial

Sebagian besar data yang akan ditangani dalam GIS merupakan data spasial yaitu sebuah data yang berorientasi geografis, memiliki sistem koordinat tertentu sebagai dasar referensinya dan dua bagian penting dan membuatnya berbeda dari data yang lain, yaitu informasi (spasial) dan informasi deskriptif (*attribute*) yang dijelaskan berikut ini:

- a. Informasi spasial yang berkaitan dengan suatu koordinat baik koordinat geografi (lintang dan bujur) dan koordinat XYZ, termasuk diantaranya informasi datum dan proyeksi
- b. Informasi deskriptif (*atribut*) atau informasi spasial, suatu lokasi yang memiliki beberapa keterangan yang berkaitan dengannya.

Contohnya: jenis vegetasi, populasi, luasan, kodepos, dan sebagainya.

Data spasial yang dibutuhkan pada GIS dapat diperoleh dengan berbagai cara, salah satunya dengan survei dan pemetaan, yaitu penentuan posisi/ koordinat di lapangan. Secara format dalam bahasa komputer berarti bentuk dan mode penyimpanan data yang berbeda antara file satu dengan lainnya. Dalam GIS, data spasial dapat dipresentasikan dalam dua format yaitu:

a. Data raster

Data Raster adalah data yang dinyatakan dalam bentuk garis dan kolom. Gambar yang terbentuk terdiri atas sejumlah *cell*, ukuran terkecil *cell* tersebut dikenal dengan istilah *pixel (picture Elemen)*. Untuk memasukan data raster biasanya menggunakan *scanner*.

b. Data vektor

Data vektor merupakan bentuk bumi yang dipresentasikan ke kumpulan garis, area, titik, dan *nides* (titik perpotongan antara dua buah garis). Keuntungan utama dari format data vektor adalah ketetapan dalam mempresentasikan fitur titik, Batasan dan garis lurus. Hal ini sangat berguna untuk analisa yang membutuhkan ketetapan posisi, misalnya pada basis data batas-batas raster.

c. GPS (*Global Positioning System*)

*Global Positioning System* adalah sistem navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit yang dikembangkan dan dikelola oleh departemen pertahanan Amerika Serikat. GPS dapat memberikan informasi tentang posisi, kecepatan, dan waktu dimana saja di muka bumi setiap saat, dengan ketelitian penentuan posisi dalam fraksi multimeter hingga meter. Keakuratan pengukuran GPS semakin tinggi dengan berkembangnya teknologi dari kemampuan jangkauannya mencakup seluruh dunia dan dapat digunakan banyak orang setiap waktu yang sama. Beberapa kegunaan aplikasi GPS diantaranya adalah survei dan pemetaan survei penegasan batas wilayah administrasi dan pertambangan, geodesi, geodinamika dan deformasi, navigasi dan transportasi, telekomunikasi, studi traoporsif dan lonisfir, GIS.

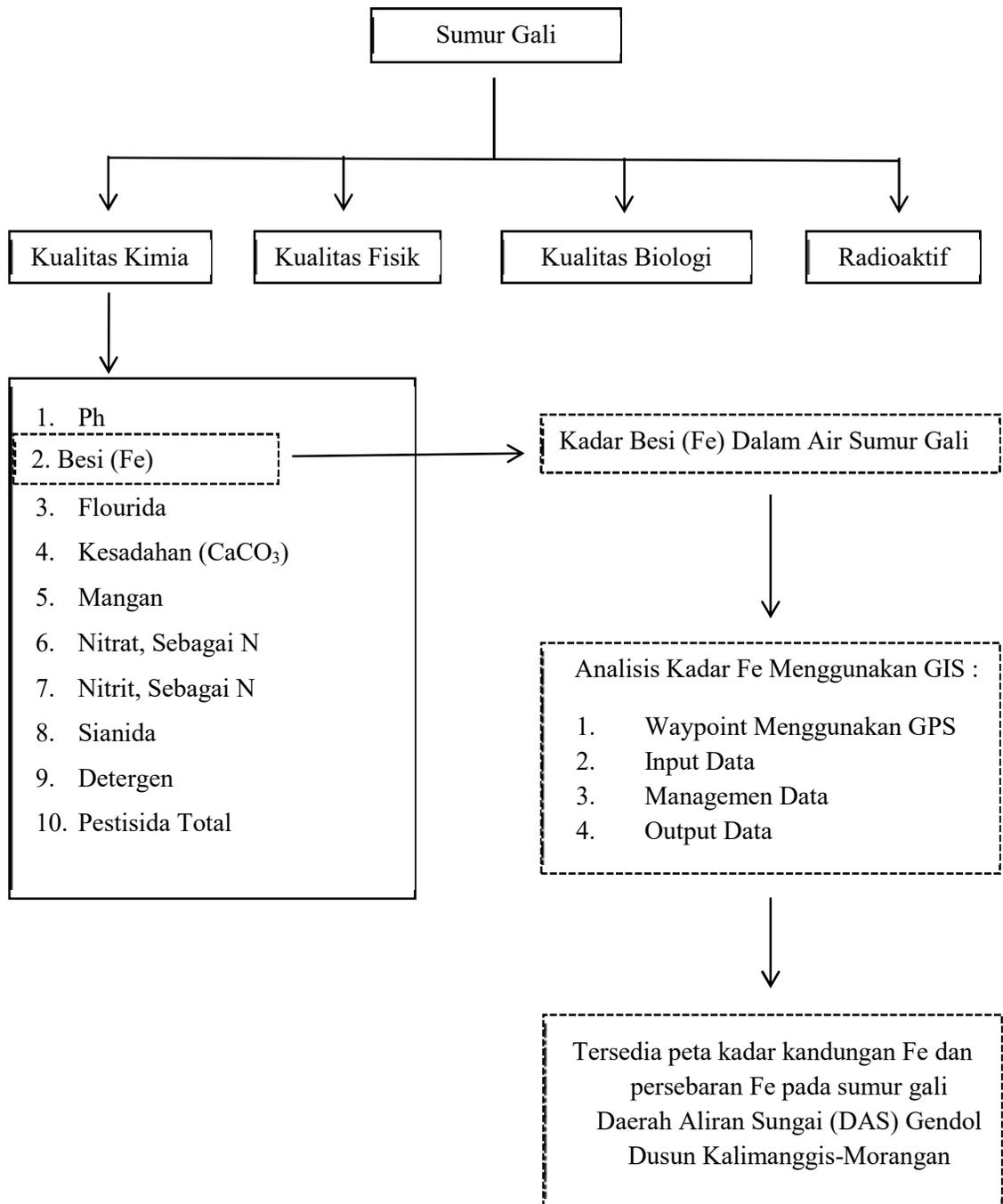
d. Pengertian peta

Peta adalah gambaran sebagian atau seluruh muka bumi baik yang terletak diatas maupun dibawah permukaan dan disajikan pada bidang datar pada skala dan proyeksi tertentu (secara matematis). Karena dibatasi oleh skala dan proyeksi maka peta tidak akan pernah selengkap dan sedetail aslinya (bumi),

karena itu diperlukan penyederhanaan dan pemilihan unsur yang akan di tampilkan pada peta.

(Modul pelatihann ArcGIS, 2016)

## B. Kerangka Konsep



Keterangan :



: Variabel yang diteliti



: Variabel yang tidak diteliti