

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Telaah Pustaka**

##### **1. Air**

###### **a. Air bersih**

Air merupakan kebutuhan pokok bagi kehidupan, karena kehidupan di dunia tak dapat berlangsung terus tanpa tersedianya air yang cukup. Dari keseluruhan air yang ada di atas dan bawah bumi, 97% terdapat di laut dan lautan yang bergaram, dan 2,25% terdapat di dalam salju dan es. Jumlah air tawar yang tersedia dan siap dipakai manusia sangat terbatas, tetapi kebutuhan air sangat meningkat karena meningkatnya populasi dan kegiatan manusia di segala bidang (Asmadi, Subaris and Khayan, 2011).

###### **b. Kebutuhan air**

Air juga merupakan hal yang penting bagi kelangsungan hidup. Itu bisa dilihat dari fakta bahwa 70% permukaan bumi tertutup oleh air dan dua per tiga tubuh manusia terdiri dari air. Kebutuhan pertama bagi terciptanya kesehatan yang baik adalah tersedianya air yang memadai dari segi kuantitas dan kualitas. Dalam kehidupan sehari-hari manusia sangat bergantung pada air, karena air digunakan untuk kebutuhan sehari-hari seperti mencuci, membersihkan, mandi, makan, minum dan lain-lain. Manfaat lain dari air dibidang industri yaitu pembangkit listrik

tenaga air, dibidang pertanian yaitu irigasi, dan lain sebagainya. Semakin maju tingkat kebudayaan masyarakat maka penggunaan air makin meningkat (Asmadi, Subaris and Khayan, 2011).

a. Sumber air

Sumber air merupakan salah satu komponen utama yang ada pada suatu sitem penyediaan air bersih, karena tanpa sumber air maka suatu sistem tidak akan berfungsi. Terdapat tiga jenis air yang dapat di manfaatkan oleh manusia yaitu air hujan, air permukaan, dan air tanah. Dari ketiga jenis tersebut yang dominan dimanfaatkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan domestiknya adalah air tanah. Hal ini disebabkan karena air tanah memiliki kualitas yang relatif lebih baik dan secara kuantitas juga lebih banyak jika dibandingkan dengan air hujan ataupun air permukaan. Manusia memanfaatkan air tanah untuk kebutuhan domestik, industri, dan pertanian.

Masyarakat umumnya mengambil air tanah dengan membuat sumur gali dan sumur bor. Sumur gali adalah suatu konstruksi sumur yang paling umum dan meluas. Sumur gali dan sumur bor digunakan untuk mengambil air tanah bagi masyarakat kecil dan rumah-rumah perorangan sebagai sumber air bersih dengan kedalaman 7-10 meter dari permukaan tanah (Arbiyanto, 2016).

## 2. Persyaratan Air Bersih

Ada beberapa persyaratan utama yang harus dipenuhi dalam sistem penyediaan air bersih. Persyaratan tersebut meliputi hal-hal sebagai berikut (Kusnaedi, 2010):

### a. Syarat Kuantitatif

Persyaratan kuantitatif dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan jumlah penduduk yang akan dilayani. Selain itu, jumlah air yang dibutuhkan sangat tergantung pada tingkat kemajuan teknologi dan sosial ekonomi masyarakat setempat.

Penyediaan air bersih harus memenuhi kebutuhan masyarakat karena penyediaan air bersih yang terbatas memudahkan untuk timbulnya penyakit di masyarakat. Kebutuhan air bervariasi untuk setiap individu dan bergantung pada keadaan iklim, standar kehidupan dan kebiasaan masyarakat.

### b. Syarat Kualitatif

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

#### 1) 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  $25^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan untuk jernih atau tidaknya air dikarenakan adanya butiran-butiran koloid dari bahan tanah liat. Semakin banyak mengandung koloid maka air semakin keruh.

## 2) 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 kesadahan. Menurut (Chandra, 2006), air untuk keperluan air minum dan masak hanya diperbolehkan dengan batasan kesadahan 50-150 mg/l. Kadar kesadahan diatas 300 mg/l sudah termasuk air sangat keras.

### 3) 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 100 ml air bersih. Air bersih yang mengandung golongan *Coli* lebih dari kadar tersebut dianggap terkontaminasi oleh kotoran manusia.

### 4) Radioaktif

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

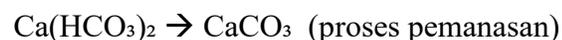
### 3. Kesadahan

Parameter kimia dalam persyaratan kualitas air adalah jumlah kandungan unsur Ca dan Mg dalam air yang keberadaannya biasa disebut dengan kesadahan air. Air yang mempunyai tingkat kesadahan terlalu tinggi sangat merugikan karena beberapa hal diantaranya dapat menimbulkan karatan/korosi pada alat-alat yang terbuat dari besi, menyebabkan sabun kurang membusa sehingga meningkatkan

konsumsi sabun, dan dapat menimbulkan endapan atau kerak-kerak di dalam wadah-wadah pengolahan (Fardiaz, 1992).

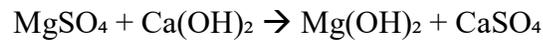
Kesadahan air dapat dibedakan atas dua macam, yaitu kesadahan sementara (*temporer*) dan kesadahan tetap (*permanen*). Kesadahan tetap disebabkan sulfat ( $\text{SO}_4$ ), klorida ( $\text{Cl}$ ), nitrat ( $\text{NO}_3$ ) dari kalsium ( $\text{Ca}$ ), dan magnesium ( $\text{Mg}$ ) dapat ditemukan di daerah tanah alluvial dan pantai, sedangkan kesadahan sementara disebabkan oleh karbonat ( $\text{CO}_3$ ) dan bikarbonat ( $\text{HCO}_3$ ) dari kalsium ( $\text{Ca}$ ) dan magnesium ( $\text{Mg}$ ) dapat ditemukan di daerah pegunungan dan perbukitan berkapur (Joko, 2010).

Garam karbonat merupakan garam yang tidak larut dan garam bikarbonat merupakan garam yang larut. Garam karbonat dengan adanya air dan karbon dioksida diudara akan membentuk garam bikarbonat yang larut, oleh karena itu semakin tinggi kadar  $\text{CO}_2$  diudara semakin tinggi kelarutannya. Kesadahan air ini bersifat sementara karena dapat dihilangkan dengan proses pemanasan. Oleh sebab itu kesadahan sementara dapat diketahui bila banyak ditemukan kerak dan endapan putih/kapur pada teko atau wadah masak.



Kesadahan tetap dapat dilunakkan menggunakan proses pertukaran ion (*ion exchange*) menggunakan zeolit atau resin(zeolit sintesis)

ataupun menggunakan proses kapur  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$  atau soda abu/natrium klorida ( $\text{NaCO}_3$ )



#### 4. Faktor-faktor karakteristik air tanah

Geohidrologi adalah ilmu yang mempelajari air yang berada di dalam tanah. Air tanah berasal dari air hujan yang tersimpan pada porosity batuan dan tanah. Aliran air tanah bergantung pada kemiringan lereng, jenis batuan, dan struktur batuan. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu (Hem, 1970; Rider, 1972; Todd, 1980; Meijerink, 1982; Stuyfzand, 1991; Sutikno, 1992; Appelo and Postma, 1994; Fetter, 1994; Aeworth, 2001 dalam Santosa and Adji, 2014), bahwa pembentukan dan karakteristik air tanah dipengaruhi oleh:

##### a. Proses geomorfologi

Genesis merupakan faktor utama yang mencirikan karakteristik bentang lahan. Genesis menunjukkan asal usul atau sejarah pembentukan bentang lahan pada suatu wilayah, yang diindikasikan oleh hasil geomorfologi utama, baik yang bersifat endogeneus berupa tektonik dan vulkanik, maupun bersifat eksogeneus yang menghasilkan bentukan-bentukan erosional, deposisional, dan residual (Lobeck, 1939; Thornbury, 1954; Strahler, 1983; dalam Santosa and Adji, 2014). Bentuk lahan akan mempunyai respon

tertentu terhadap air tanah, sehingga satuan bentuk lahan dapat dipakai sebagai dasar penyusunan satuan hidromorfologi (Verstappen, 1983).

b. Lingkungan pengendapan

Lingkungan pengendapan akan menentukan struktur dan ukuran batuan hasil proses sedimentasi. Banyak penelitian yang telah menunjukkan bahwa proses pengendapan yang terjadi pada lingkungan tertentu, seperti lembah, sungai, danau, waduk, akan memberikan pengaruh kuat terhadap sistem akuifer dan hidrogeokimia air tanah yang bervariasi (Meijerink, 1982; Verstappen, 1983; Kloosterman, 1989; Sutikno, 1992; Gabriela-Garcia, Margarita-Hidalgo and Miguel-Blesa, 2001; Catwright and R.W, 2005; dalam Santosa and Adji, 2014).

c. Jenis batuan

Komposisi mineral batuan penyusun akuifer menyebabkan terjadinya pelarutan mineral-mineral batuan penyusun akuifer, sehingga akan meningkatkan komposisi kimia air tanah.

d. Pola aliran air tanah

Pergerakan pola aliran air tanah yang sudah melewati variasi batuan penyusun akuifer, maka air tanah akan mempengaruhi komposisi kimia air tanah. Pola aliran air tanah dapat ditentukan oleh kontur tanah dikurangi kedalaman muka air tanah, maka didapatkan

elevasi muka air tanah. Bahwa pergerakan air tanah dari dataran tinggi ke dataran rendah sejalan dengan bentuk topografi wilayah.

e. Waktu tinggal air tanah

Semakin lama waktu tinggal air tanah mengalir dan melewati batuan, maka semakin banyak pelarutan mineral-mineral batuan penyusun akuifer dan meningkatkan komposisi kimia air tanah.

Mengacu pada berbagai konsep dan pemikiran diatas, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh kuat karakteristik kimia air tanah yaitu bentuk geomorfologi yang mencakup topografi, kontur tanah, dan jenis batuan serta pola pergerakan air tanah dan lamanya air tanah tinggal. Pola aliran air tanah dapat ditentukan oleh kontur tanah dikurangi kedalaman muka air tanah, maka didapatkan elevasi muka air tanah. Bahwa pergerakan air tanah dari dataran tinggi ke dataran rendah sejalan dengan bentuk topografi wilayah.

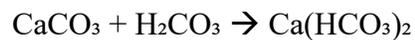
5. Penyebab kesadahan di daerah tanah berkapur

Kesadahan berasal dari kata sadah yang berarti mengandung kapur. Kesadahan air adalah adanya kandungan kapur yang berlebih yang terdapat dalam air yang disebabkan oleh lapisan tanah kapur yang dilaluinya. Kondisi tanah yang mengandung batuan gamping/ kapur menyebabkan tingkat kesadahan air tanahnya relatif tinggi. air tanah di daerah batuan gamping/ kapur mengandung Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg). Kesadahan di dalam air sangat dipengaruhi oleh

keberadaan kalsium yang bereaksi dengan karbondioksida. Karbondioksida merupakan gas yang mudah terlarut ke dalam perairan, baik secara langsung karena terbawa air hujan, maupun melalui respirasi tumbuhan dan hewan akuatik dari hasil proses dekomposisi bahan organik. Karbondioksida bereaksi dengan air membentuk asam karbonat ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )



Pada kondisi yang relatif asam, senyawa-senyawa karbonat yang terdapat di dalam tanah dan batuan kapur yang sebelumnya tidak larut berubah menjadi senyawa bikarbonat yang bersifat larut. (Effendi, 2003).



tidak larut                      larut

## 6. Kondisi Geografis

Menurut (Suharjo and Sunarhadi, 2017), Morfologi merupakan *landscape* yang dinyatakan dalam kualitatif, menggambarkan :

### a. Topografi

Topografi adalah perbedaan tinggi atau bentuk wilayah suatu daerah, termasuk perbedaan kecuraman dan bentuk lereng.

### b. Elevasi

Elevasi adalah perbedaan tinggi rendah suatu daerah dalam standar yang dihitung dari permukaan air laut / perbedaan daerah satu dengan

daerah lainnya. Ketinggian lahan adalah ketinggian tempat yang dapat diukur dari permukaan laut.

c. Relief

Relief adalah perbedaan tinggi atau bentuk wilayah suatu daerah termasuk di dalamnya perbedaan kecuraman dan bentuk lereng. Aspek relief dapat digunakan untuk petunjuk dalam memberikan data tentang kepadatan aliran pola aliran dan rasio aliran. Klasifikasi kemiringan lereng dan beda tinggi untuk identifikasi satuan bentuk lahan.

d. Landform

Landform merupakan bentuk permukaan bumi yang dibangun oleh satuan litologi menggambarkan material penyusun batuan.

Secara tidak langsung data geomorfologis dapat dilihat dari peta topografis antara lain struktur batuan, proses geomorfologis, jenis batuan atau litologi yang semuanya ini mendasarkan pada pola dan bentuk garis kontur. Kontur merupakan gambaran kondisi sebuah bentuk perbedaan tinggi permukaan bumi antara satu tempat dengan tempat lain.

Kualitas air tanah dapat dipengaruhi oleh bentuk lahan pada daerah tertentu. Bentuk lahan sebagai dasar penyusunan hidrogeomorfologi, yang merupakan bentangan permukaan lahan yang mempunyai relief khas karena pengaruh kuat dari struktur kulit bumi dan akibat dari proses alam yang berkerja pada batuan di dalam ruang dan waktu tertentu (Strahler,

1983). Jadi aspek-aspek penyusunan satuan bentuk lahan adalah : morfologi, proses termasuk struktural dan litologi, serta kronologi.

Aspek-aspek tersebut akan berpengaruh terhadap karakteristik agihan air tanah (keterdapatannya, gerakan, kualitas, tipe hidrokimia, akuifer, dan ketersediaannya). Dengan kata lain, bahwa bentuk lahan akan mempunyai respon tertentu terhadap air tanah, sehingga satuan bentuk lahan dapat dipakai sebagai dasar penyusunan satuan hidromorfologi (Verstappen, 1983).

#### 7. Dampak air sadah

Air yang mempunyai tingkat kesadahan terlalu tinggi sangat merugikan karena beberapa hal diantaranya dapat menimbulkan karatan/korosi pada alat-alat yang terbuat dari besi, menyebabkan sabun kurang membusa sehingga meningkatkan konsumsi sabun, dan dapat menimbulkan endapan atau kerak-kerak di dalam wadah-wadah pengolahan (Fardiaz, 1992).

#### 8. Sistem Informasi Geografis (SIG)

##### a. Pengertian

SIG merupakan sebuah sistem yang saling berkaitan satu dengan lainnya. SIG sebagai *software* yang memiliki kumpulan data yang terorganisir dari perangkat keras computer, perangkat lunak, data geografis, dan personel yang didesain untuk memperoleh, menyimpan, memperbaiki, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan semua bentuk informasi yang berreferensi geografis (Budiyanto, 2002).

Peneliti memanfaatkan SIG sebagai perangkatnya termasuk dalam perangkat manusia (*brainware*) yang terlebih dahulu harus memahami tentang kualitas air sumur secara konseptual, kemudian 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 (Widarto, 2011).

b. Kelebihan dan Kekurangan SIG

Terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan dalam penggunaan Sistem Informasi Geografi(SIG). Kelebihannya yaitu :

- 1) Dapat meningkatkan intergrasi organisasi.
- 2) Dapat menggambarkan data dalam banyak cara dengan melihat, memahami,menafsirkan.
- 3) Dapat menungkapkannya dengan hubungan, pola dan tren dalam bentuk peta, globe, laporan, dan carta.
- 4) Menyediakan lebih banyak peluang pekerjaan.

Sedangkan kelemahan Sistem Informasi Geografi(SIG) diantaranya yaitu memerlukan cost yang agak mahal, data diperlukan

dalam jumlah yang besar untuk di input sebelum melakukan analisis (Hua, 2015).

c. SIG dalam Bidang Kesehatan

Menurut WHO, Sistem Informasi Geografis(SIG) dalam ilmu 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.

SIG 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.

d. Analisis Spasial

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 (Riyanti, 2018).

e. Data Spasial

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

- 1) Informasi lokasi atau informasi spasial yang berkaitan dengan koordinat geografi (lintang dan bujur), termasuk diantaranya informasi datum dan proyeksi.
- 2) Informasi deskriptif (*atribut*) atau informasi non spasial. Suatu lokasi bias mempunyai beberapa keterangan yang berkaitan dengannya. Contohnya: jenis vegetasi, populasi, pendapatan perkapita, dan lain-lain.

Data spasial yang dibutuhkan pada SIG dapat diperoleh dengan berbagai cara, salah satunya dengan survey dan pemetaan, yaitu penentuan posisi/koordinat di lapangan. Data spasial dapat dipresentasikan dalam dua format yaitu:

### 1) Vektor

Data vektor merupakan bentuk bumi yang dipresentasikan ke kumpulan garis, area, titik, dan *nodes* (titik perpotongan antara dua buah garis). Keuntungan utama dari format ini adalah ketepatan dalam mempresentasikan fitur titik, batasan, dan garis lurus. Hal ini sangat berguna untuk analisis yang membutuhkan ketepatan lokasi. Kelemahan data vektor adalah ketidakmampuannya dalam mengakomodasi perubahan gradual.

### 2) Raster

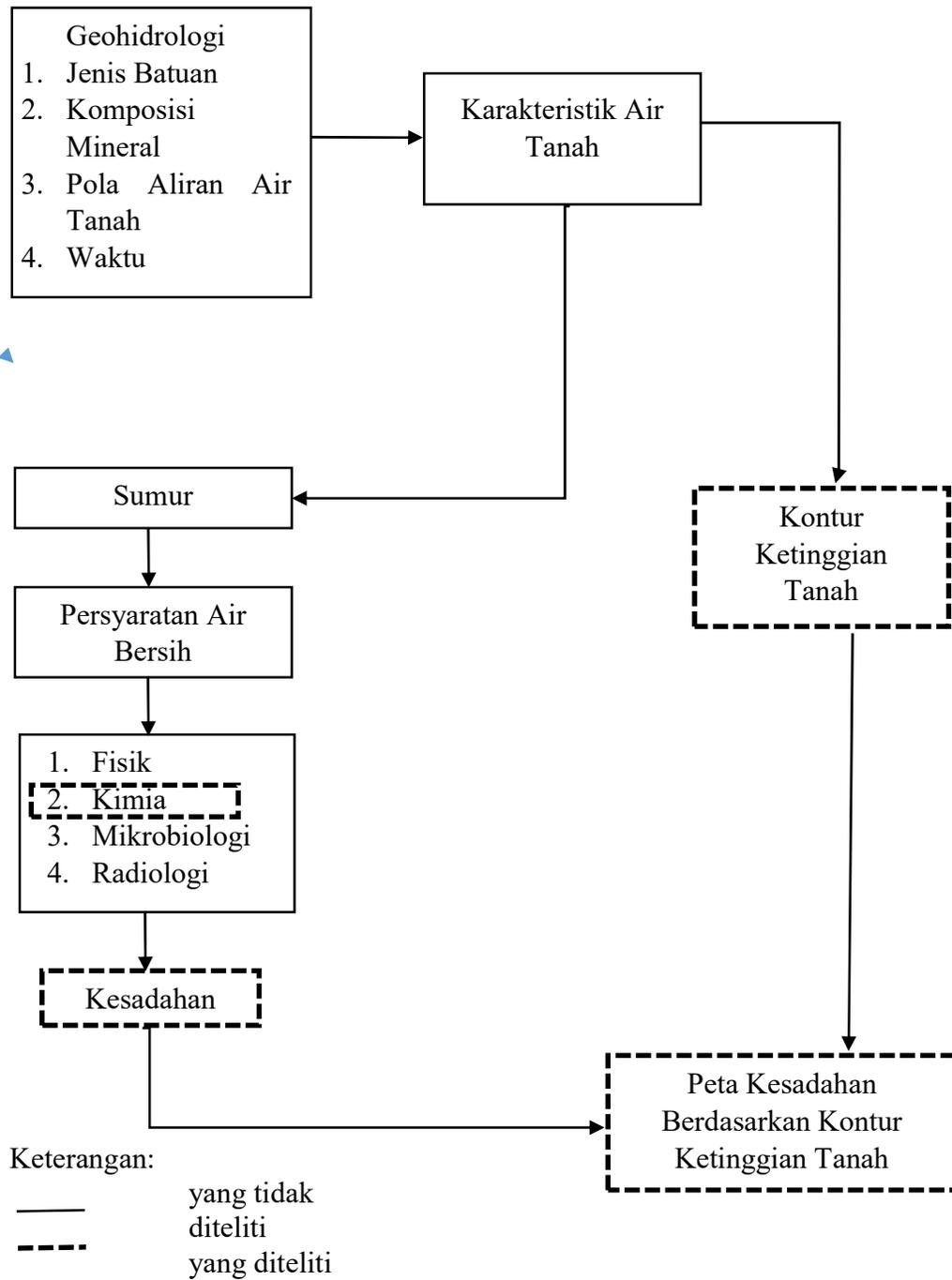
Data raster (sel *grid*) adalah data yang dihasilkan dari sistem penginderaan jauh. Pada data raster, obyek geografis dipresentasikan sebagai struktur sel *grid* yang disebut dengan pixel (*picture element*).

### f. Interpolasi

Menurut (Andreason, 2001), interpolasi adalah suatu metode atau fungsi matematika yang menduga nilai pada lokasi-lokasi yang datanya tidak tersedia. Interpolasi spasial mengangsumsikan bahwa atribut data bersifat kontinyu di dalam ruang (*space*) dan atribut ini saling berhubungan (*dependence*) secara spasial. Logika dalam interpolasi spasial adalah bahwa nilai titik observasi yang berdekatan akan memiliki nilai yang sama atau mendekati dibandingkan dengan nilai di titik yang lebih jauh (Prahasta, 2011). Interpolasi kontinyu adalah

interpolasi dengan menggunakan asumsi bahwa nilai di antara titik kontrol yang diketahui nilainya adalah kontinyu. Salah satu interpolasi kontinyu adalah Inverse Distance Weighted (IDW). Metode interpolasi IDW mengasumsikan bahwa semakin dekat jarak suatu titik terhadap titik yang tidak diketahui nilainya, maka semakin besar pengaruhnya. IDW menggunakan nilai yang terukur pada titik-titik di sekitar lokasi tersebut, untuk memperkirakan nilai variabel pada lokasi yang dimaksud (Johnston *et al.*, 2001).

## B. Kerangka konsep



### **C. Pertanyaan Penelitian**

1. Bagaimana tingkat Kesadahan air sumur gali di Desa Triharjo Kecamatan Pandak Kabupaten Bantul?.
2. Bagaimana sebaran tingkat Kesadahan air sumur gali berdasarkan elevasi/ ketinggian tanah di Desa Triharjo Kecamatan Pandak Kabupaten Bantul?.
3. Bagaimana bentuk peta sebaran tingkat Kesadahan sumur gali berdasarkan elevasi/ ketinggian tanah di Desa Triharjo Kecamatan Pandak Kabupaten Bantul?.