

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Landasan Teori

##### 1. Air

###### a. Definisi Air

Air adalah semua air yang terdapat pada, diatas, ataupun dibawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan dan air laut yang berada di darat.<sup>14</sup>

Keberadaan air tanah sangat tergantung besarnya curah hujan dan besarnya air yang dapat meresap ke dalam tanah. Kondisi tanah yang berpasir lepas atau batuan yang permeabilitasnya tinggi akan mempermudah infiltrasi air hujan ke dalam formasi batuan, dan sebaliknya batuan dengan sedimentasi kuat dan kompak memiliki kemampuan untuk meresapkan air kecil. Dalam hal ini hampir semua curah hujan akan mengalir sebagai limpasan (*runoff*) dan terus ke laut. Faktor lainnya adalah perubahan lahan-lahan terbuka menjadi pemukiman dan industri serta penebangan hutan tanpa kontrol. Hal tersebut akan sangat mempengaruhi infiltrasi terutama bila terjadi pada daerah resapan (*recharge area*).<sup>15</sup>

###### b. Sumber Air

Sumber air merupakan salah satu komponen utama yang ada pada suatu sistem penyediaan air bersih karena tanpa sumber air maka suatu sistem penyediaan air bersih tidak akan berfungsi. Penyediaan sumber air bersih harus memenuhi kebutuhan masyarakat karena persediaan air bersih yang terbatas memudahkan timbulnya penyakit di masyarakat. Macam-macam sumber air yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber air minum sebagai berikut:<sup>16</sup>

###### 1) Air atmosfer

Air hujan dapat dijadikan sebagai air minum tetapi air hujan masih mengandung banyak kotoran. Selain itu air hujan mempunyai sifat agresif terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi atau karatan. Air ini juga mempunyai sifat lunak, sehingga akan boros terhadap pemakaian sabun.<sup>17</sup>

###### 2) Air permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industry dan lainnya. Air permukaan ada dua macam yaitu air sungai dan air rawa. Air sungai yang digunakan sebagai air minum seharusnya melalui pengolahan yang sempurna, mengingat bahwa air sungai ini pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang tinggi. Debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan akan air minum pada umumnya dapat mencukupi. Air rawa kebanyakan berwarna disebabkan oleh adanya zat-zat organik yang telah membusuk yang menyebabkan warna kuning coklat, sehingga untuk pengambilan air sebaiknya dilakukan pada kedalaman tertentu di tengah-tengah. Air permukaan berupa sungai, rawa, danau dan lain- lain sudah banyak yang tercemar.<sup>18</sup>

### 3) Air tanah

Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah di dalam zona jenuh dimana tekanan hidrostatiknya sama atau lebih besar dari tekanan atmosfer. Air tanah berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi yang kemudian mengalami perlokasi atau penyerapan ke dalam tanah dan mengalami proses filtrasi secara alamiah bawah tanah, sehingga membuat air tanah menjadi lebih baik dan lebih murni dibandingkan proses yang telah dialami air hujan tersebut, didalam perjalanannya ke air permukaan. Air tanah juga dapat berasal dari infiltrasi secara langsung atau tidak langsung dari air sungai, danau, rawa, dan genangan air lainnya. Pergerakan air tanah pada hakikatnya terdiri atas pergerakan horizontal air tanah baik itu infiltrasi air hujan, sungai, danau, dan rawa ke lapisan akifer dan keluarnya air tanah melalui spring (sumur), pancaran air tanah, serta aliran airtanah memasuki sungai dan tempat-tempat lain yang merupakan tempat keluarnya air tanah.<sup>19</sup>

### 4) Air tanah dangkal

Air tanah dangkal terjadi akibat proses penyerapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian juga dengan bakteri, sehingga air tanah dangkal terlihat jernih tetapi banyak mengandung zat-zat kimia (garam-garam terlarut) karena melalui lapisan tanah yang berfungsi sebagai saringan. Setelah mengalami penyaringan, setelah menemui lapisan kedap air atau rapat air, maka air tanah akan dimanfaatkan sebagai sumber air bersih. Air tanah dangkal memiliki kedalaman sedalam 15 meter.<sup>20</sup>

#### 5) Air tanah dalam

Air ini berasal dari lapisan air kedua di dalam tanah. Dalamnya dari permukaan tanah biasanya di atas 15 meter. Pada umumnya kualitas air tanah dalam lebih baik dari pada air tanah dangkal karena terjadi penyaringan yang lebih sempurna terutama untuk bakteri. Oleh karena itu, sebagian besar air tanah dalam sudah bisa dikonsumsi secara langsung tanpa pengolahan.<sup>21</sup>

#### 6) Mata Air

Mata air yaitu air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah dalam hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitas atau kuantitasnya sama dengan air dalam.<sup>22</sup>

#### 7) Air Laut

Mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3 % dengan keadaan ini maka air laut tidak memenuhi syarat untuk diminum.<sup>23</sup>

### c. Kualitas Air

#### 1) Persyaratan Fisik Air

##### a) Suhu

Suhu air sebaiknya sejuk atau tidak panas terutama agar tidak terjadi pelarutan zat kimia yang ada pada saluran/pipa yang dapat membahayakan kesehatan dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme.<sup>24</sup>

##### b) Warna

Warna air dapat kita ketahui bahwa sumber air ada dari beberapa tempat sehingga warna yang dimiliki pun berbeda-beda. Warna air timbul dikarenakan adanya ion besi, mangan, humus, dan limbah. Air untuk keperluan rumah tangga harus jernih atau tidak berwarna. Air yang berwarna berarti mengandung bahan-bahan lain yang berbahaya bagi kesehatan sehingga tidak baik apabila di konsumsi.<sup>25</sup>

##### c) Bau

Bau pada air dapat disebabkan karena benda asing yang masuk ke dalam air seperti bangkai binatang, bahan buangan, ataupun disebabkan karena proses penguraian senyawa organik oleh bakteri. Air yang berbau selain tidak estetik juga tidak diterima oleh masyarakat. Air yang memenuhi syarat untuk dikonsumsi memiliki ciri tidak berbau bila dicium dari jauh maupun dari dekat.<sup>26</sup>

##### d) Rasa

Secara fisika, air bisa dirasakan oleh lidah. Air untuk keperluan minum biasanya tidak memberi rasa (tawar). Air yang terasa asam, manis, pahit atau asin menunjukkan air tersebut tidak baik. Rasa asin disebabkan adanya garam-garam tertentu yang larut dalam air sedangkan rasa asam diakibatkan adanya asam organik maupun asam anorganik.<sup>27</sup>

#### e) Kekeruhan

Kekeruhan air disebabkan masih terdapatnya banyak zat padat yang tersuspensi, baik zat organik maupun yang anorganik. Zat organik berasal dari lapukan batuan, sedangkan zat anorganik berasal dari sisa buangan industri yang dapat menjadi makanan bakteri dan perkembangbiakan bakteri dapat menambah kekeruhan air.<sup>28</sup>

#### 2) Persyaratan Kimia

Air bersih yang baik adalah air yang tidak tercemar secara berlebihan oleh zat-zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan. Beberapa zat sebagai parameter kimia yang penting berkaitan dengan kesehatan manusia diantaranya adalah besi (Fe), mangan (Mn), klorida (Cl), kesadahan ( $\text{CaCO}_3$ ), nitrat ( $\text{NO}_3$ ), nitrit ( $\text{NO}_2$ ), derajat keasaman (pH), kebutuhan oksigen biokimia (BOD), kebutuhan oksigen kimia (COD), oksigen terlarut (DO), seng (Zn), sulfat ( $\text{SO}_4$ ), dan florida (F).<sup>29</sup>

#### 3) Persyaratan Bakteriologi

Air untuk keperluan minum yang sehat harus bebas dari bakteri patogen. Kriteria pengukuran persyaratan bakteriologi dilihat dari pengukuran bakteri coli terutama fecal coli (koliform tinja). Air yang mengandung koliform tinja berarti air tersebut sudah tercemar oleh tinja.<sup>30</sup>

#### d. Nitrit ( $\text{NO}_2$ )

Nitrit ( $\text{NO}_2$ ) adalah ion-ion anorganik alami yang merupakan bagian dari siklus nitrogen. Aktifitas mikroba di tanah atau air menguraikan sampah yang mengandung nitrogen organik pertama menjadi ammonia. Selain itu ammonia ini dihasilkan oleh proses dekomposisi. Dekomposisi ini terjadi pada tumpukan sampah yang berada di tempat pembuangan akhir (TPA). Setiap ammonia yang dibebaskan ke suatu lingkungan akan membentuk reaksi keseimbangan dengan ion ammonium. Amoniu ini yang kemudian mengalami proses nitrifikasi membentuk nitrit, maka nitrit adalah senyawa yang paling ditemukan di bawah air bawah tanah maupun air yang terdapat di permukaan.<sup>31</sup>

Ammonia dalam air tidak berbahaya jika air diberi klor. Namun, ammonia akan diubah menjadi nitrit oleh bakteri. Nitrit adalah zat yang bersifat racun. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan hygiene sanitasi bahwa air sumur dengan konsentrasi nitrit tidak boleh lebih dari 1 mg/l. Jika kadar nitrit dalam air lebih dari 1 mg/l maka dapat mengakibatkan methaemoglobinemia pada bayi yang minum susu dibuat dari campuran air tersebut. Jadi agar berhati-hati dalam penggunaan air tersebut untuk campuran makanan atau minuman untuk bayi.<sup>32</sup>

#### e. Toksikologi Nitrit

Nitrit yang masuk ke dalam saluran pencernaan dapat melalui makanan atau air minum. Tetapi yang terbanyak adalah melalui air minum. Selain peroral, nitrit dapat masuk ke dalam tubuh dalam bentuk debu secara inhalasi. Nitrit sulit untuk diabsorpsi kulit. Belum ada penelitian yang menjelaskan apakah nitrit dapat masuk melalui kulit. Tetapi absorpsi dapat terjadi bila ada kerusakan kulit misalnya luka bakar. Nitrit yang masuk secara oral akan diabsorpsi oleh traktus digestivus bagian atas dan dipindahkan ke dalam darah. Di dalam darah nitrit mengubah hemoglobin menjadi methemoglobin yang kemudian teroksidasi menjadi nitrat. Normalnya methemoglobin akan langsung diubah menjadi hemoglobin kembali melalui proses enzimatis.<sup>33</sup>

Efek racun yang akut dari nitrit adalah methemoglobinemia dimana lebih dari 10% hemoglobin diubah menjadi methemoglobin. Bila konversi ini melebihi 70% maka akan sangat fatal. Pengaruh nitrit dalam jumlah besar terhadap tubuh manusia adalah dapat menyebabkan gastro intestinal, diare campur darah disusul oleh konvulsi, koma, bila tidak ditolong akan menyebabkan kematian. Keracunan kronis dapat menyebabkan depresi umum, dan sakit kepala. Nitrit akan bereaksi dengan hemoglobin dan akan membentuk methemoglobin (MetHb). Dalam jumlah melebihi normal methemoglobin akan membentuk methemoglobinemia. Ion nitrit relative toksik sebab nitrit bereaksi dengan hemoglobin. Nitrit dalam darah mengoksidasi Fe (II) hemoglobin menjadi methemoglobin, sedangkan hemoglobin tidak mampu mengikat oksigen. Penyakit ini disebut methemoglobinemia.<sup>34</sup>

Nitrit juga dapat menurunkan tekanan darah karena efek vasodilasinya. Gejala klinis yang timbul dapat berupa nausea, vomitus, nyeri abdomen, nyeri kepala, pusing, penurunan tekanan darah dan takikardi. Selain itu sianosis dapat muncul dalam jangka waktu beberapa

menit sampai 45 menit. Adanya sianosis sangat tergantung dari jumlah total hemoglobin dalam darah, saturasi oksigen, pigmentasi kulit dan pencahayaan saat pemeriksaan. Bila mengalami keracunan yang berat, korban dapat tidak sadar, koma atau kejang sebagai akibat hipoksia berat.<sup>35</sup>

Prognosis sangat tergantung dari terapi yang diberikan. Mula-mula timbul gangguan gastrointestinal dan sianosis tanpa sebab akan sering dijumpai. Pada kasus yang berat, koma dan kematian dapat terjadi dalam 1 jam pertama akibat timbulnya hipoksia dan kegagalan sirkulasi. Akibatnya terjadi iskemia terutama organ-organ yang vital. Efek vasodilatasi ini tidak dapat diblok oleh atropin atau obat-obatan lain. Tubuh seharusnya mengkompensasinya dengan takikardi tetapi karena pada korban dapat terjadi vasovagal reflek yang mengakibatkan bradikardi. Pada sistem pernafasan mulai tampak hiperventilasi disertai dengan sianosis. Apabila dibiarkan maka akan timbul koma dan kejang sebagai akibat anoksia serebri.<sup>36</sup>

Nitrit merupakan senyawa yang karsinogenik, nitrit di dalam perut akan berikatan dengan protein membentuk nitroso. Komponen ini juga dapat terbentuk bila daging yang mengandung nitrat atau nitrit dimasak dengan panas yang tinggi. Adanya banyak fakta bahwa nitrit di dalam tubuh dapat bereaksi dengan amina organik membentuk nitrosomina yang karsinogenik.<sup>37</sup>

Pemeriksaan nitrit dalam urine pada pasien dapat dilakukan dengan menggunakan metode gries dengan cara memasukan 2 ml urine ke dalam tabung reaksi. Lalu, menambahkan 5 tetes larutan gries (dicampur sampai homogen). Kemudian melihat reaksinya, jika berwarna merah jambu maka interpretasinya tidak normal. Begitu pula sebaliknya, jika warna reaksi tidak terjadi warna merah jambu maka interpretasinya normal.<sup>38</sup>

## **2. Sumur Gali**

### **a. Definisi Sumur Gali**

Sumur gali adalah salah satu sarana penyediaan air bersih dengan cara menggali tanah sampai mendapatkan lapisan air dengan kedalaman tertentu yang terdiri dari bibir sumur, dinding sumur, lantai sumur, saluran air limbah dan dilengkapi dengan kerekan timba dengan gulungannya atau pompa. Sumur gali yang dipakai dikalangan masyarakat sebagian besar berupa sumur gali terbuka. Ditinjau dari segi kesehatan sumur gali ini memang kurang baik

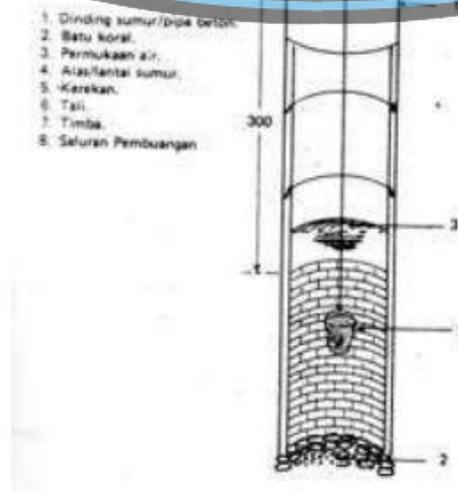
bila cara-cara pembuatannya tidak pernah diperhatikan karena mempunyai kemampuan besar akan tercemar oleh mikroba ataupun zat kimia dari lingkungan sekitarnya.<sup>39</sup>

Sumur gali merupakan salah satu sumber air. Keberadaan sumber air ini harus dilindungi dari aktivitas manusia ataupun hal lain yang dapat mencemari air. Sumber air ini harus memiliki tempat (lokasi) dan konstruksi yang terlindungi dari drainase permukaan dan banjir. Bila sarana air bersih ini dibuat dengan memenuhi persyaratan kesehatan, maka diharapkan pencemaran dapat dikurangi, sehingga kualitas air yang diperoleh menjadi lebih baik.<sup>40</sup>

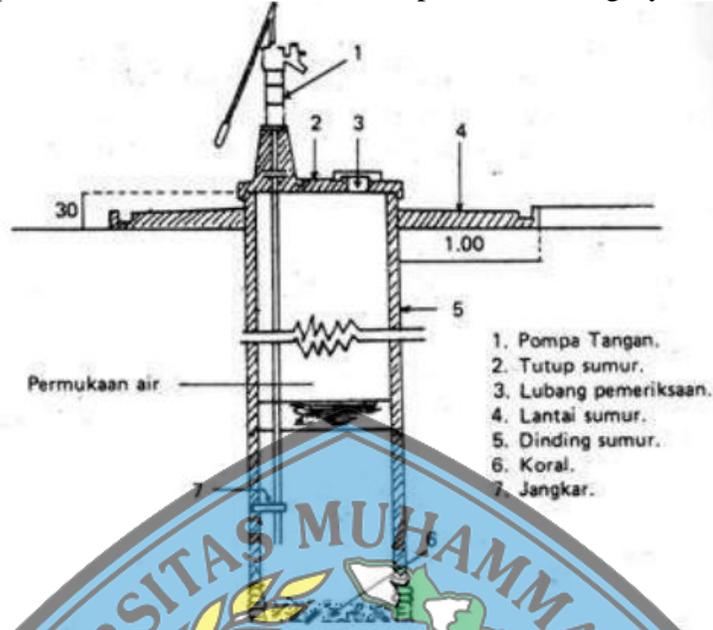
Tipe sumur gali ada dua macam, yaitu:

Tipe I: dipilih apabila keadaan tanah tidak menunjukkan gejala mudah retak atau runtuh. Dinding atas dibuat dari pasangan bata/batako/batu belah dengan tinggi 80 cm dari permukaan lantai, dinding bawah dari bahan yang sama atau pipa beton sedalam minimal 300 cm dari permukaan lantai.<sup>41</sup>

Tipe II: dipilih apabila keadaan tanah menunjukkan gejala mudah retak dan runtuh, dinding atas terbuat dari pasangan bata/batako/batu belah setinggi 80 cm dari permukaan lantai. Dinding bawah sampai kedalaman sumur dari pipa beton minimal sedalam 300 cm dari permukaan lantai dari pipa beton kedap air dan sisanya dari pipa beton berlubang.<sup>42</sup>



Gambar 2.1: Sumur Gali Tanpa Pompa Tangan  
 Sumber: <http://environmentalsanitation.wordpress.com/category/sumur-sehat.>



Gambar 2.2: Sumur Gali Dengan Pompa Tangan  
 Sumber: <http://environmentalsanitation.wordpress.com/category/sumur-sehat.>

### b. Pencemaran Air Sumur Gali

Pencemaran air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya.<sup>43</sup> Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.<sup>44</sup>

Air tanah dapat terkontaminasi dari beberapa sumber pencemar, baik lokal maupun regional. Sumber pencemar tersebut sangat berperan dalam terjadinya kontaminasi air tanah sampai mencapai 40% dari sumber air tanah.<sup>45</sup>

Faktor yang mempengaruhi pencemaran air sumur gali adalah:

#### 1) Kondisi geografis

Kondisi geografis suatu daerah sangat menentukan kualitas air sumur gali. Di daerah yang jauh dari laut, permukaan air tanahnya dalam, kualitas air sumur galinya umumnya baik bila dibandingkan dengan daerah pantai yang permukaan air tanahnya dangkal. Demikian juga keadaan permukaan air tanah akan menentukan arah aliran air tanah sehingga mempengaruhi penyebaran pencemaran.<sup>46</sup>

## 2) Hidrogeologi

Dampak negatif pemanfaatan air tanah secara berlebihan dapat dibedakan menjadi dampak yang bersifat kualitatif dan kuantitatif. Dampak pertama yang mulai dirasakan dengan ditemuinya kasus-kasus pencemaran air sumur penduduk terutama yang berdekatan dengan aliran sungai yang menjadi sarana pembuangan limbah. Hal ini dikarenakan terjadinya intrusi air limbah dari sungai ke dalam sumur-sumur penduduk. Pergerakan air tanah pada hakikatnya terdiri atas pergerakan horizontal air tanah baik itu infiltrasi air hujan, sungai, danau, dan rawa ke lapisan akifer dan keluarnya air tanah melalui mata air (sumur), pancaran air tanah, serta aliran air tanah memasuki sungai dan tempat-tempat lain yang merupakan tempat keluarnya air tanah.<sup>47</sup>

Hidrogeologi meliputi porositas dan permeabilitas tanah, dimana pada jenis tanah alluvium (dataran sungai, pantai dan rawa-rawa) porositasnya sangat baik, karena terdiri dari lapisan pasir dan pasir kerikil. Akan tetapi pada lapisan ini kurang mampu menyaring atau menahan air sehingga air mudah menyebar.<sup>48</sup>

## 3) Topografi tanah

Topografi tanah merupakan kondisi permukaan tanah serta seberapa besar kemiringannya sehingga mempengaruhi besar pengaliran. Perbedaan kemiringan antara dua atau beberapa titik/lokasi pada permukaan tanah dapat menyebabkan gerakan air permukaan tanah. Air bergerak dari tempat dengan potensi kelembaban tinggi ke tempat dengan kelembaban yang lebih rendah, selanjutnya air akan bergerak mengikuti lapisan (lempengan) formasi geologi sesuai dengan arah kemiringan ataupun lapisan formasi geologi tersebut.<sup>49</sup>

## 4) Musim

Sumur gali pada umumnya dibuat untuk mengambil air tanah bebas sehingga sangat dipengaruhi oleh musim. Di beberapa tempat, musim sangat berpengaruh pada kualitas air sumur, misalnya pada musim hujan. Pergerakan bakteri *Coliform* di dalam lapisan tanah dipengaruhi oleh resapan air hujan ke dalam lapisan tanah. Banyaknya air hujan yang masuk ke dalam lapisan tanah memungkinkan terjadinya kontaminasi yang lebih besar. Pada musim hujan tingkat *Escherichia Colli* meningkat 700 koloni per 100 ml sampel air dibandingkan dengan musim kemarau.<sup>50</sup>

## 5) Kondisi Fisik Sumur Gali

### a) Lokasi

Lokasi penempatan biasanya berhubungan dengan jarak sumur gali dengan sumber pencemar. Agar sumur terhindar dari pencemaran maka harus diperhatikan adalah jarak sumur dengan jamban, lubang galian untuk air limbah, kandang ternak, dan sumber-sumber pengotoran lainnya. Jarak sumur minimal 10 meter dari sumber pencemar. Suatu air sungai yang tercemar air limbah, akibatnya adanya leakage dan infiltrasi pada dasar sungai maka limbah itu akan mengalir ke dalam tanah dan mencemari daerah-daerah di dalam tanah itu. Begitu juga dengan sumur gali, semakin dekat jarak sumur gali terhadap sumber pencemar maka semakin besar kemungkinan terjadinya pencemaran.<sup>51</sup>

Sumur gali menyediakan air yang berasal dari air tanah yang relatif dekat pada tanah permukaan, sehingga mudah terkena kontaminasi melalui perembesan dari sumber pencemar, bila di sekeliling sumur terdapat sumber pencemaran air tanah, hendaknya sumur ini sedikitnya berjarak 10-15 meter dari sumber pencemar. Pencemaran yang diakibatkan kandungan bahan kimia dapat mencapai jarak 95 meter. Dengan demikian sumber air yang ada di masyarakat sebaiknya harus berjarak lebih dari 95 meter dari tempat pembuangan bahan kimia.<sup>52</sup>

#### b) Lantai sumur

Lantai sumur harus kedap air minimal 1 meter dari sumur, dengan kondisi tidak retak/bocor, mudah dibersihkan, dan tidak tergenang air. Dibuat agak miring dan ditinggikan 20 cm di atas permukaan tanah, bentuknya bulat atau segi empat. Lantai sekurang-kurangnya dibuat luasnya dengan jarak 1 m dari dinding sumur dan ditinggikan 20 cm di atas permukaan tanah dan dibuat miring keluar agar air buangan mengalir keluar.<sup>53</sup>

#### c) Dinding Sumur

Dinding sumur memiliki kedalaman minimal 3 meter dari lantai dan dinding sumur gali harus terbuat dari tembok yang kedap air (semen). Pada kedalaman 3 meter dari permukaan tanah, dinding sumur harus dibuat dari tembok yang tidak tembus air agar perembesan air permukaan yang telah tercemar tidak terjadi.<sup>54</sup>

Kedalaman 3 meter diambil karena bakteri pada umumnya tidak dapat hidup lagi pada kedalaman tersebut. Selanjutnya, pada kedalaman 1,5 meter dinding berikutnya terbuat dari pasangan batu bata tanpa semen sebagai bidang perembesan dan penguat dinding sumur. Dinding sumur bisa dibuat dari batu bata atau batu kali yang disemen. Akan tetapi yang paling bagus adalah pipa beton. Pipa beton untuk sumur gali bertujuan untuk menahan

longsornya tanah dan mencegah pengotoran air sumur dari perembesan permukaan tanah. Dinding dalam yang melapisi sumur sebaiknya di buat sampai dengan 3 meter atau 5 meter.<sup>55</sup>

#### d) Bibir Sumur Gali

Tinggi bibir sumur 80 cm dari lantai yang dibuat dari bahan kuat dan kedap air. Tinggi bibir sumur ini digunakan untuk melindungi sumur dari pencemar sekitar sumur dan menjaga keamanan saat pengambilan.<sup>56</sup>

Di atas tanah dibuat tembok yang kedap air setinggi minimal 80 cm untuk aspek keselamatan serta untuk mencegah pengotoran dari air permukaan apabila daerah tersebut adalah daerah banjir. Dinding perapet merupakan dinding yang membatasi mulut sumur dan harus dibuat setinggi 70-80 cm dari permukaan tanah. Dinding ini merupakan satu kesatuan dengan dinding sumur.<sup>57</sup>

#### c. Mekanisme Pencemaran Air Lindi ke Air Sumur

Mekanisme masuknya air lindi masuk ke lapisan air tanah, terutama air tanah dangkal (sumur) melalui proses sebagai berikut.<sup>58</sup>

- 1) Air lindi ditemukan pada lapisan tanah yang digunakan sebagai open dumping, yaitu kira-kira berjarak 2 meter di bawah permukaan tanah.
- 2) Secara khusus, bila air lindi masuk dengan cara infiltrasi di tanah, segera permukaan tanah dijenuhi air.
- 3) Akibat adanya faktor seperti air hujan, mempercepat air lindi masuk ke lapisan tanah yaitu zona aerasi yang mempunyai kedalaman 10 meter di bawah permukaan tanah.
- 4) Lalu akibat banyaknya air lindi yang terbentuk menyebabkan air lindi masuk ke lapisan air tanah dangkal atau lapisan air tanah jenuh.
- 5) Dan di lapisan tanah jenuh tersebut, air yang terkumpul bercampur dengan air lindi dimana di air tanah dangkal ini dimanfaatkan untuk sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal.

Potensi gravitasi sangat penting dalam tanah-tanah yang jenuh air. Hal ini diperhitungkan terutama untuk gerakan air lindi yang menembus tanah yang pada umumnya bergerak dari elevasi tinggi ke elevasi rendah. Biasanya air tanah yang diperhatikan mempunyai elevasi yang lebih tinggi daripada sumber air bersih tertentu. Potensi gravitasi menggambarkan

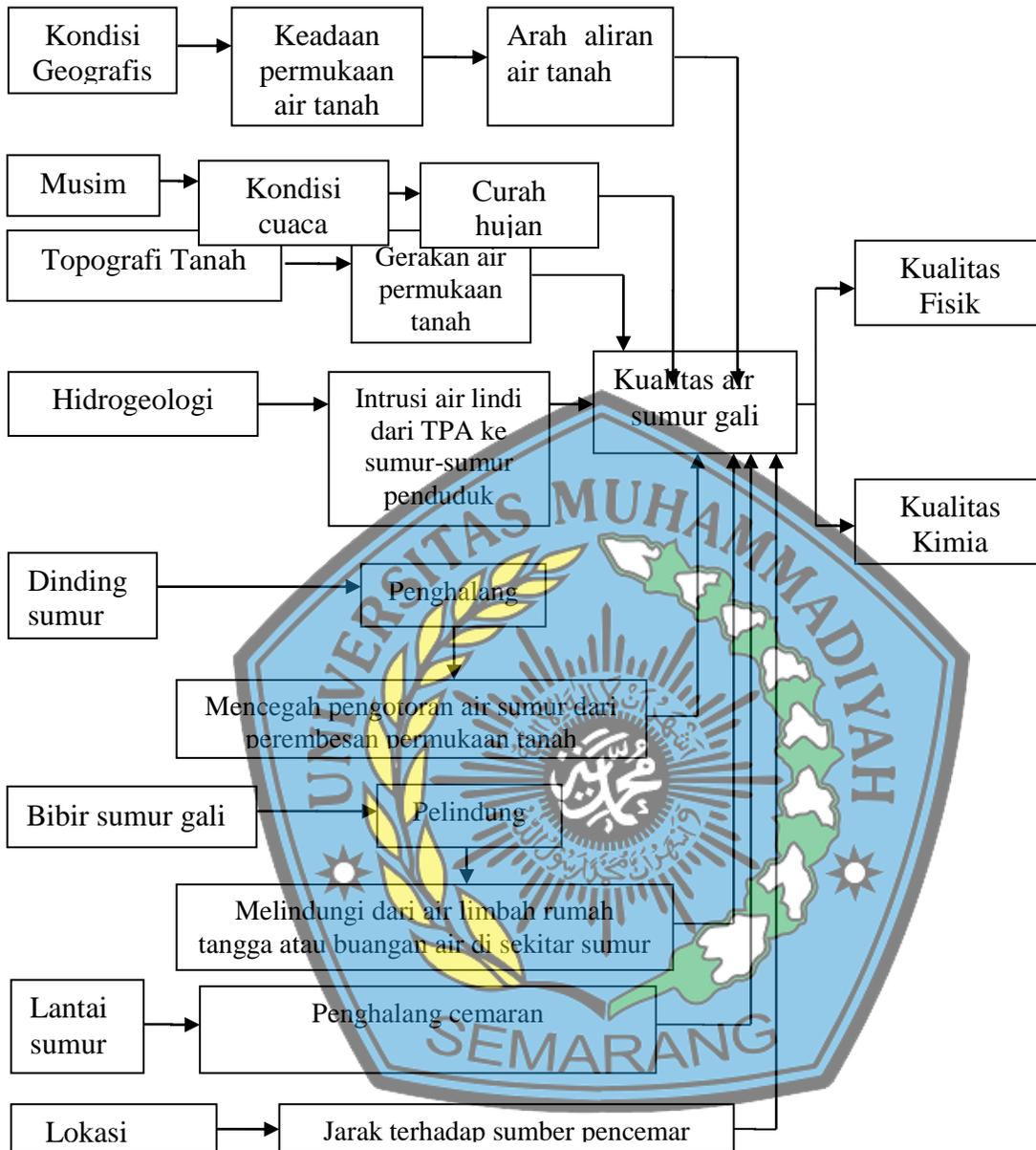
banyaknya tenaga yang harus dikeluarkan untuk menggerakkan air dari sumber tertentu pada elevasi rendah ke suatu tempat pada elevasi yang lebih tinggi dalam tanah.<sup>59</sup>

Gerakan air lindi ke dalam tanah mengikuti gerakan air tanah, yang merupakan gerakan air dari tanah melalui evaporasi dan atau drainase ( dari tanah basah ke tanah kering) dan dari tanah ke dalam akar-akar tanaman. Gerakan air lindi dalam tanah terjadi seperti suatu cairan mengalir di dalam tanah-tanah jenuh air. Pada semua kasus gerakan air dikendalikan oleh laju aliran air yang diketahui sebagai konduktivitas hidrolik tanah dan juga oleh gaya-gaya yang mengendalikannya.<sup>60</sup>

Pada aliran jenuh, semua ruang pori terisi penuh oleh air, air tersebut bergerak dengan cepat melalui pori yang lebih besar. Potensi gravitasi merupakan gaya utama yang besar yang mengakibatkan aliran. Aliran jenuh selalu berada dalam tanah yang jenuh dan semua poriterisi penuh air.<sup>61</sup>



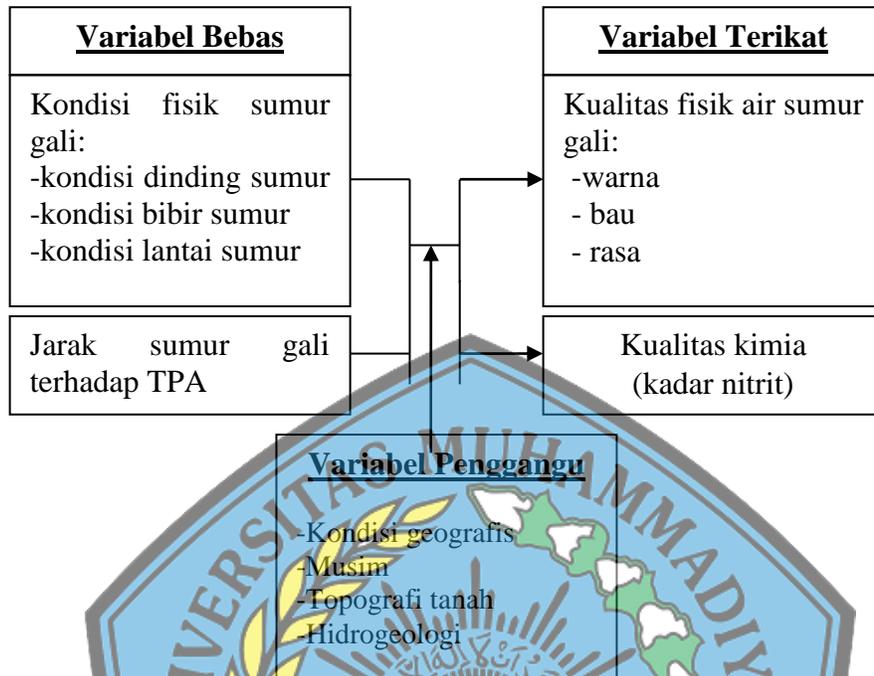
## B. Kerangka Teori



**Bagan 2.2 Kerangka Teori**  
**Sumber: 44,45,47,48,49,51,52,53**

### C. Kerangka Konsep

Bagan 2.2 Kerangka Konsep



Variabel pengganggu berupa kondisi geografis, musim, topografi tanah, dan hidrogeologi tidak diteliti secara mendalam karena keterbatasan peneliti. Variabel ini dianggap homogen karena peneliti meneliti di satu wilayah dan waktu yang sama.

### D. Hipotesis

1. Ada hubungan skor kondisi fisik sumur gali yang mencakup kondisi dinding sumur, kondisi bibir sumur, dan kondisi lantai sumur dengan skor kualitas fisik air sumur gali yang meliputi warna, bau, dan rasa
2. Ada hubungan skor kondisi fisik sumur gali yang mencakup kondisi dinding sumur, kondisi bibir sumur, dan kondisi lantai sumur dengan kadar nitrit air sumur gali
3. Ada hubungan jarak sumur gali terhadap tempat pembuangan akhir (TPA) dengan skor kualitas fisik air sumur gali yang meliputi warna, bau, dan rasa
4. Ada hubungan jarak sumur gali terhadap tempat pembuangan akhir (TPA) dengan kadar nitrit air sumur gali