

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 1 Hasil dari Penelitian Terdahulu Mengenai Air Sumur Bor dan Air Sumur Gali

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Hasil
1	Abdul Rahman Singkam, Indri Lita Lestari, Fenty Agustin, Pingkan Luthfiyyah Miftahussalima, Anggie Yovita Maharani, Rusma Lingga	2021	Perbandingan Kualitas Air Sumur Galian dan Bor Berdasarkan Parameter Kimia dan Parameter Fisika	Deskripsif Kuantitatif	Hasil penelitian ini menemukan bahwa hanya 35% sampel yang memenuhi baku mutu air kelas I. Sampel tersebut terdiri dari 7 sampel sumur gali dan 14 sampel sumur bor. Sebagian besar sampel (53%) memiliki pH yang asam, di bawah 6.5, sedangkan 12% sampel lainnya tidak memenuhi baku mutu dari aspek TDS, DHL, atau keduanya. Nilai pH air sumur gali signifikan lebih rendah (lebih asam) dibandingkan air sumur bor ( $p < 0.01$ , $F_{1,58}=9.09$ untuk TDS; $p < 0.001$ , $F_{1,58}=15.89$ untuk DHL). Simpulan, kualitas air sumur bor di kawasan Kampus Kandang Limun lebih baik dibandingkan dengan kualitas air sumur gali
2	Azwar	2020	Analisa Kuantitas Dan Kualitas Air Sumur Bor Di Desa Tihang Kecamatan Lengkiti Kabupaten Ogan Komering Ulu	Deskriptif Kualitatif	Hasil penelitian ini menemukan bahwa Kualitas air dari ketiga sumber ini cukup bagus karena berdasarkan hasil uji air secara sederhana menunjukkan air tidak berbau. Dan dari hasil analisa uji Laboratorium baik Fisik maupun Kimia untuk kejernihannya cukup karena perbedaan yang tidak terlalu jauh. pH yang paling besar yaitu pH 7,40 di Dusun V sedangkan pH

					<p>dari ketiga Dusun tersebut hanya beda 1%. Tetapi hasil air dari Dusun III, IV maupun V cukup baik untuk dijadikan sebagai bahan baku air minum karena pH nya yang netral serta tidak beracun. Setelah dilakukan uji sederhana pH air di Desa Tihang yaitu Dusun III, IV dan V lolos persyaratan yang berlaku</p>
3	Rinda, Melianus Salakory, F.S. Leuwol	2022	Analisis Kualitas dan Kuantitas Air Sumur Gali di Dusun Pulau OSI Kecamatan Seram Barat Kabupaten Seram Bagian Barat	Deskriptif Analitik	<p>Hasil penelitian di disimpulkan bahwa pemenuhan air bersih sumur gali secara kuantitas sepenuhnya belum terpenuhi secara baik oleh masyarakat di Dusun Pulau Osi. Secara kualitas air sumur gali berdasarkan parameter fisika dan kimia ditemukan mikrobiologi yang lebih kecil dari kadar maksimum yang diperbolehkan pada sampel nomor 1, sedangkan parameter rasa, kesadahan, dan ph yang kadarnya di atas ambang batas yang dianjurkan. Selain itu, parameter biologi juga ditemukan dengan jumlah total koliform baik itu untuk sumur 1 maupun sumur 2 dan memenuhi persyaratan sebagaimana disyaratkan oleh permenkes No. 32 Tahun 2017, untuk parameter fisika dan kimia Permenkes 416/Menkes/Per/ Ix/199. Mengingat masih ditemukan air sumur yang tidak memenuhi syarat parameter kimia dalam hal ini untuk parameter kesadahan dan pH sebagai</p>

					air minum pada waktu musim kemarau dimana jumlah air tanah lebih sedikit sehingga mengakibatkan terjadinya intrusi air laut.
4	Rahmawati, Jasman, Abdul Jabbar	2018	Studi Kualitas Air Sumur Masyarakat Kecamatan Soreng Kota Pare Pare	Metode Survei	Hasil penelitian menunjukkan semua air sumur tidak berbau, rasa, suhu, warna, kekeruhan, besi (Fe), dan kalsium (Ca) memenuhi Standar Kualitas Air Bersih Indonesia. Perilaku masyarakat secara signifikan berhubungan dengan kualitas air sumur di Kecamatan Soreng sangat baik. Tidak terdapat perbedaan yang cukup signifikan pada masing-masing titik pengamatan kualitas air sumur bor dan sumur biasa
5	Dewa Made Atmaja	2018	Analisis Kualitas Air Sumur Di Desa Candikuning Kecamatan Baturiti	Deskriptif Kuantitatif	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar warna, TDS, dan kekeruhan air sumur secara berturut-turut adalah 7,8, 31°C, 30,4 Skala TCU; 221,7 mg/L; 6,1 Skala NTU. Warna dan kekeruhan berada di atas batas kadar maksimal yang diperbolehkan sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002, sedangkan kadar TDS masih berada di bawah batas kadar maksimal yang diperbolehkan. Hal ini menunjukkan bahwa air sumur di Desa Candikuning perlu mendapat pertimbangan untuk dikonsumsi secara langsung.
6	Rapel Situmorang, Juliana Lubis	2017	Analisis Kualitas Air Sumur BOR berdasarkan Parameter Fisika dan Parameter Kimia di Desa Bagan Deli Kec. Medan Belawan	Indeks Pencemaran (MIP)	Jika ditinjau berdasarkan parameter Fisika, yaitu warna, rasa, bau, kekeruhan, TDS, dan suhu, 85 % telah melewati ambang batas baku mutu air bersih. Jika ditinjau dari nilai DHL, 90 % telah

					<p>melewati baku mutu air bersih. sedangkan berdasarkan parameter kimia, nilai pH, kandungan Besi (Fe), Timbal (Pb), Kesadahan, Fluorida, Nitrat, seluruh sampel yang diuji masih memenuhi baku mutu air bersih, sedangkan kandungan nitrit, ada 3 sampel yang melewati baku mutu air bersih, yaitu SB4, SB2, dan SB20. Setelah dihitung menggunakan persamaan Indeks Pencemaran (IP) diperoleh bahwa semua air sumur bor di desa bagan deli telah tercemar ringan. Karena nilai MIP nya masing-masing berada di atas 1.</p>
7.	Abdan Saquro	2022	Analisis Kualitas Sumur Gali Di Kelurahan Tanjung Lubuk Kabupaten Ogan Komering Ilir	Deskriptif Kuantitatif	<p>Populasi dalam penelitian ini adalah 15 sumur gali yang ada di kelurahan Tanjung Lubuk Kab OKI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH air terdapat 13 dari 15 sampel yang tidak memenuhi syarat, kekeruhan 100% memenuhi syarat, rasa 100% memenuhi syarat, Kandungan besi (Fe) 100% memenuhi syarat, dan bau terdapat 1 dari 15 sampel yang tidak memenuhi syarat berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI NO. 32 Tahun 2017. Disimpulkan dari 15 sampel air sumur gali dapat di simpulkan bahwa 3 sumur yang memenuhi syarat berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI NO. 32 Tahun 2017. Disarankan agar kedepanya masyarakat mengolah air dulu sebelum digunakan bisa menggunakan aluminium sulfat untuk mengurangi</p>

					kadar ph pada air.
8	Rizqi Widi Rahmadani	2021	Analisis Kualitas Fisik, Kimia dan Biologi Air Tanah di Desa Pagerwojo, Kecamatan Buduran, Kabupaten Sidoarjo dengan Menggunakan Metode Indeks Pencemaran	Deskriptif Kualitatif	Hasil penelitian kualitas air tanah parameter yang melebihi baku mutu yakni zat padat terlarut pada titik sampling Dusun Irian Jaya 1058 mg/l, Kauman 2168 mg/L dan Ngemplak 1405 mg/l. Sedangkan, parameter mangan pada titik sampling Dusun Kauman 1,745 mg/l dan Dusun Dukuh 0,9045 mg/l. Status mutu air tanah yakni 3 (tiga) titik sampling dengan kondisi baik terdiri dari Dusun Irian Jaya, Prapatan, dan Kalak. 3 (tiga) titik sampling dengan status mutu air tercemar ringan yakni terdiri dari Dusun Kauman, Ngemplak, dan Dukuh.
9	Daniel Wolo, Anna S. Rahmawati, Melania Priska	2020	Kajian Kualitas Air Sumur Gali Kampung Ujung, Labuan Bajo, Manggarai Barat	Deskriptif Kuantitatif	Berdasarkan hasil analisis pengujian sampel air sumur dangkal di Kampung Ujung Labuan Bajo, secara fisik dan kimia diperoleh hasil dari lokasi sumur I dan II terdapat 4 paramter yang tidak memenuhi standar baku. Parameter yang tidak memenuhi standar adalah TDS, DO, Nitrat, dan Nitrit. Hal ini menunjukkan adanya pencemaran terhadap air dangkal yang ada di wilayah kampung ujung.
10	M. Hashim, S S Nor, N Nayan, H Mahat, Y Saleh, K L See, and S B Norkhaidi	2019	Analysis of Well Water Quality in the District of Pasir Puteh, Kelantan, Malaysia	Deskriptif Kuantitatif	Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas air sumur di wilayah dengan penggunaan lahan yang berbeda di Desa Pasir Puteh, Kelantan, Malaysia. Sebanyak empat lokasi pengambilan sampel air dipilih untuk penggunaan tata guna lahan, lahan perkotaan, penggunaan

					<p>lahan industri, tempat pengolahan akhir, dan penggunaan lahan pertanian. Pengambilan sampel dilakukan dua kali, pada Maret 2018 dan April 2018. Sampel kualitas air dianalisis menurut <i>Water Quality Index</i> (WQI). Parameter kualitas air yang dianalisis yakni DO, BOD, COD, NH<sub>3</sub>N, pH dan TSS.</p> <p>Hasil penelitian menunjukkan enam parameter yang diamati tidak melebihi standar yang ditentukan, kualitas air tanah di keempat jenis wilayah penggunaan lahan termasuk dalam WQI Kelas III, dengan nilai berkisar antara 61.5 dan 74.5.</p> <p>Kualitas kelas III menunjukkan bahwa air tanah harus diolah terlebih dahulu jika akan digunakan sebagai air minum. Kualitas air tanah sekitar lahan pertanian dengan nilai WQI terendah 61.5 karena adanya pengaruh aktivitas penanaman padi yang menghasilkan pestisida.</p>
--	--	--	--	--	---

Sumber: <https://www.google.com>

## 2.2. Siklus Hidrologi Air

Siklus hidrologi air merupakan proses berlangsungnya daur hidrologi air di bumi secara terus-menerus. Energi sinar matahari sebagai penggerak sehingga terjadi proses evaporasi pada air laut menjadi penguapan air menuju ke langit dan proses terbentuknya awan. Awan yang terbentuk terbawa oleh angin hingga menuju ke daratan. Awan yang terdapat bulir air tersebut turun ke daratan sehingga terjadi proses hujan yang dominan di musim penghujan, saat terjadi hujan air tersebut sebagian tertahan oleh vegetasi daratan seperti pohon dan

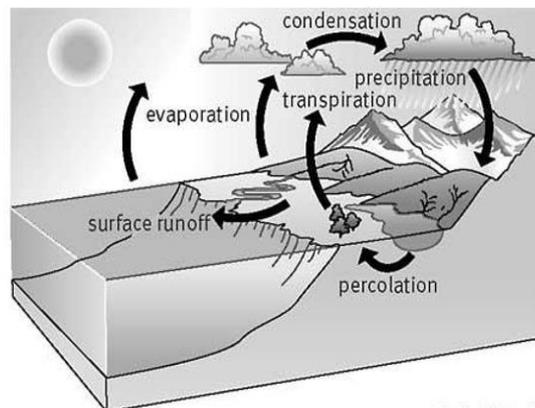
tanaman. Air hujan yang menuju ke permukaan daratan mengalir melalui sungai, drainase air, dan parit. Sebagian air tertampung di danau, waduk, dan bendung. Sedangkan air yang mengalir menuju ke tempat lebih rendah yakni pesisir laut. Air yang masuk melalui celah pori tanah atau mengalir ke bawah (infiltrasi) bergerak secara lateral menuju lapisan yang lebih dalam tanah hingga ke lapisan akuifer menjadi bagian dari *ground water* (Darwis, 2018).

Adapun istilah dalam siklus hidrologi air menurut (Darwis, 2018) sebagai berikut:

- a. Evaporasi merupakan proses penguapan cairan liquid dengan penambahan panas sinar matahari yang menguap menuju langit proses ini dominan di laut.
- b. Transpirasi merupakan proses penguapan air yang bersumber dari jaringan makhluk hidup tanaman per pohonan yang terdapat bulir air di dedaunan kemudian menguap menuju ke langit namun lebih sedikit besaran penguapannya dibanding evaporasi.
- c. Kondensasi merupakan proses terjadinya perubahan wujud zat gas berupa zat cair uap air di awan berubah menjadi buih es disebabkan pengaruh suhu udara rendah di ketinggian kemudian awan terbentuk pada proses kondensasi.
- d. Adveksi merupakan proses gerak awan secara horizontal akibat angin atau perbedaan tekanan di langit awan akan tersebar menuju daratan.
- e. Presipitasi merupakan proses uap air menjadi hujan akibat pengaruh suhu udara tinggi kurang dari  $0^{\circ}\text{C}$  di daerah tropis khususnya Indonesia memiliki suhu atmosfer mencairkan partikel es menjadi hujan ke permukaan daratan.
- f. Intersepsi merupakan proses air yang turun dari langit, ditahan oleh tumbuhan/vegetasi yang terdapat di daratan.
- g. Limpasan run off merupakan proses pergerakan air di permukaan daratan menuju ke tempat lebih rendah memanfaatkan gaya gravitasi melalui saluran air, sungai, drainase hingga menuju ke lautan.
- h. Infiltrasi merupakan proses pergerakan air pada permukaan tanah menuju secara vertikal ke lapisan bawah tanah. Pori-pori permukaan tanah

menyebabkan air terserap ke bawah tanah.

- i. Perkolasi merupakan proses pergerakan air melalui lapisan tanah yang ditimbulkan gaya gravitasi. Air yang mengalami infiltrasi perlahan bergerak menuju dalam tanah melalui celah dan bebatuan penyusun tanah hingga berakhir pada lapisan akuifer tanah yang membentuk penyimpanan cekungan air tanah (*ground water resources*).
- j. Aliran air tanah merupakan pergerakan air di dalam lapisan tanah yang bergerak secara horizontal di aliran *aquifer flow* dengan proses vertikal akibat kapiler dan gravitasi yang saling berlawanan kemudian kembali ke lautan. Berikut proses siklus air ditampilkan pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Siklus Hidrologi Air

Sumber: Darwis (2018)

## 2.3. Air

### 2.3.1. Pengertian Air

Air dapat berwujud padatan (es), cairan (air) dan gas (uap air). Air merupakan satu-satunya zat yang secara alami terdapat di permukaan bumi dalam ketiga wujudnya tersebut. Air adalah substansi kimia dengan rumus kimia  $H_2O$ , satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar.

Pada prinsipnya, jumlah air di alam ini tetap dan mengikuti suatu aliran yang dinamakan "*Cyclus Hydrologie*". Laut merupakan tempat penampungan air

terbesar di bumi. Sinar matahari yang dipancarkan ke bumi memanaskan suhu air di permukaan laut, danau, atau yang terikat pada permukaan tanah. Kenaikan suhu memicu perubahan wujud air dari cair menjadi gas, peristiwa ini dikenal sebagai proses evaporasi (*evaporation*). Sedangkan air yang terperangkap di permukaan tanaman yang juga berubah wujud menjadi gas dikenal sebagai proses transpirasi (*transpiration*). Air yang menguap melalui proses evaporasi dan transpirasi selanjutnya naik ke atmosfer membentuk uap air.

Uap di atmosfer selanjutnya menjadi dingin dan terkondensasi membentuk awan (*clouds*). Awan yang terbentuk selanjutnya dibawa oleh angin mengelilingi bumi, sehingga awan terdistribusi ke seluruh penjuru dunia. Ketika awan sudah tidak mampu lagi menampung air, maka awan akan menyebabkan titik-titik air yang jatuh ke bumi sebagai hujan. Air hujan ini sebagian mengalir ke dalam tanah, jika menjumpai lapisan rapat air, maka perserapan akan berkurang, dan sebagian air akan mengalir di atas lapisan rapat air ini. Jika air ini keluar pada permukaan bumi, umumnya berbentuk sungai-sungai dan jika melalui suatu tempat rendah (cekung) maka air akan berkumpul, membentuk suatu danau atau telaga. Tetapi banyak diantaranya yang mengalir ke laut kembali dan kemudian akan mengikuti siklus hidrologi ini. (Indarto, 2010:5)

Air merupakan suatu pelarut yang penting, yang memiliki kemampuan untuk melarutkan banyak zat kimia, seperti garam-garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan banyak macam molekul organik sehingga air disebut sebagai pelarut universal. Air berada dalam kesetimbangan dinamis antara fase cair dan padat di bawah tekanan dan temperatur standar. Dalam bentuk ion, air dapat di deskripsikan sebagai sebuah ion hidrogen ( $H^+$ ) yang berasosiasi (berikatan) dengan sebuah ion hidroksida ( $OH^-$ ). (Hanafiah, A.K.,2004:99)

Berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416/MEN.KES/PER/IX/1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air yang disebut sebagai air minum adalah air yang melalui proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Sedangkan air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.

Saat ini, masalah utama yang dihadapi oleh sumber daya air meliputi kuantitas air yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan yang terus meningkat dan kualitas air untuk keperluan domestik yang semakin turun. Kegiatan industri, domestik, dan kegiatan yang lain berdampak negatif terhadap sumber daya air, menyebabkan penurunan kualitas air. Kondisi ini menimbulkan gangguan, kerusakan, dan bahaya bagi semua makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air. Oleh karena itu, pengolahan sumber daya air sangat penting agar dimanfaatkan secara berkelanjutan dengan tingkat mutu yang diinginkan. Salah satu langkah pengelolaan yang dilakukan adalah pemantauan dan interpretasi data kualitas air, mencakup kualitas fisika, kimia, dan biologi.

Salah satu sumber air yang dapat dimanfaatkan adalah air tanah atau air sumur. Air sumur adalah air tanah dangkal sampai kedalaman kurang dari 30 meter, air sumur umumnya pada kedalaman 15 meter dan dinamakan juga sebagai air tanah bebas karena lapisan air tanah tersebut tidak berada di dalam tekanan.

### **2.3.2. Air Sebagai Bagian dari Alam**

Hidrosfer disebut juga air. Kata "hidrosfer" berasal dari bahasa Yunani yaitu: *hydro* yang berarti air, dan *spharra* yang berarti bulatan, bola, daerah. Jadi hidrosfer berarti air yang terdapat di seluruh bola bumi. Menurut ilmu pengetahuan alam air di bumi tidak bertambah dan berkurang, namun hanya berupa wujud sebagai air laut, air sungai, air tanah, es dan salju, hujan awan, embun dan lain-lain. Hal ini dikarenakan adanya siklus air atau siklus hidrologi.

Air di permukaan bumi ini 97% terdiri atas lautan, 2% es, 0,0009% berupa danau, 0,0009% pada sungai dan sisanya pada air permukaan. Pada permukaan bumi ini 71% adalah lautan sehingga air merupakan hal dominan di permukaan bumi ini (Kumar, 1994). Sedangkan air tanah sebagai bagian dari air di bumi merupakan sejumlah air bawah permukaan bumi yang dikumpulkan dengan sumur-sumur, terowongan atau sistem drainase. Dapat disebut aliran yang secara alami mengalir ke permukaan tanah melalui pancaran atau rembesan (Kadoatie, 1996). Jadi dalam hal ini sumur-sumur galian maupun sumur bor dapat dikatakan sebagai air tanah.

### 2.3.3. Peranan Air

Menurut Sanropie (1984), Air sangat besar pengaruhnya terhadap kehidupan di permukaan bumi. Bagi kehidupan makhluk, air bukan merupakan hal yang baru karena kita ketahui bersama tidak satupun kehidupan di bumi ini dapat berlangsung tanpa adanya air.

Pemakaian air untuk kebutuhan hidup terbagi atas pemakaian komsumtif dan pemakaian non komsumtif serta pengendalian. Sebagai pemakaian komsumtif artinya air diperlukan untuk kebutuhan sehari-hari seperti minum, masak, mencuci atau kebutuhan rumah tangga. Untuk non komsumtif air digunakan untuk pertanian, industri, taman, listrik dan lain-lain. Sedangkan untuk pengendalian artinya air sebagai penyeimbangan alam, dibuat waduk ataupun bangunan pengendalian banjir dan lain-lain.

Menurut Winamo (1986), kadar air dalam tubuh manusia rata-rata 65% atau sekitar 47 liter per orang dewasa. Setiap hari sekitar 2,5 liter harus diganti dengan air yang baru. Diperkirakan dari sejumlah air yang harus diganti tersebut 1,5 liter berasal dari air minum dan sekitar 1 liter berasal dari bahan makan yang dikonsumsi.

Untuk kebutuhan sehari-hari, manusia membutuhkan air yang bersih. Air bersih adalah air yang tidak menimbulkan dampak negatif bila digunakan untuk keperluan tertentu dan harus memenuhi persyaratan fisika, kimia, mikrobiologi dan radioaktivitas sesuai dengan standar air bersih yang telah ditetapkan, baik dari Badan Kesehatan Dunia (WHO) maupun melalui Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 yang dikeluarkan tanggal 14 Desember 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air.

Kegunaan air bagi tubuh manusia antara lain untuk proses pencernaan, metabolisme, mengangkat zat-zat makanan dalam tubuh, mengatur keseimbangan suhu tubuh dan menjaga tubuh jangan sampai kekeringan (Harini, 2007). Air yang dibutuhkan oleh manusia untuk hidup sehat harus memenuhi syarat kualitas. Di samping itu harus pula dapat memenuhi secara kuantitas (jumlahnya). Diperkirakan untuk kegiatan rumah tangga yang sederhana paling tidak membutuhkan air sebanyak 100 L/orang/hari. Angka tersebut misalnya untuk :

a. Berkumur, cuci muka, sikat gigi, wudhu	:	20L/orang/hari
b. Mandi/mencuci pakaian dan alat rumah tangga	:	45L/orang/hari
c. Masak, minum	:	5L/orang/hari
d. Menggolontor	:	20L/orang/hari
e. Mengepel, mencuci kendaraan	:	10L/orang/hari

Jumlah air untuk keperluan rumah tangga perhari perkapita tidaklah sama untuk tiap negara. Pada umumnya, dapat dikatakan pada negara-negara yang sudah maju, jumlah pemakaian air per hari per kapita lebih besar dari pada negara berkembang.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan air sangatlah bervariasi sehingga rata-rata pemakaian air per orang per hari berbeda untuk satu negara dengan negara lainnya, satu kota dengan kota lainnya, satu desa dengan desa lainnya.

#### **2.3.4. Kebutuhan Air**

Bagi manusia air merupakan material yang sangat diperlukan. Bahkan 60-70% tubuh manusia merupakan cairan, (Sutrisno dan Suciati, 1987). Pemakaian air itu terbagi atas pemakaian konsumtif, non konsumtif dan pengendalian. Sebagai konsumtif artinya air diperlukan untuk keperluan sehari-hari seperti minum, memasak, mencuci atau kebutuhan rumah tangga. Untuk non konsumtif air digunakan untuk pertanian, industri, taman, listrik dan lain-lain. Sedangkan untuk pengendalian artinya air sebagai penyeimbangan alam, dibuatnya waduk ataupun bangunan pengendalian banjir dan lain-lain (Soemirat, 2009).

Khusus untuk kebutuhan sehari-hari manusia membutuhkan air yang bersih. Air bersih itu adalah air yang tidak menimbulkan dampak negatif karena penggunaannya, dalam hal ini adalah air yang digunakan sebagai bahan baku air minum. Sedangkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI bahwa Nomor 01/Birhukmas/1975 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas: a) bahwa air yang memenuhi syarat kesehatan mempunyai peranan penting dalam rangka pemeliharaan, perlindungan dan mempertinggi derajat kesehatan rakyat; b) bahwa

perlu mencegah adanya penyediaan atau pembagian air minum untuk umum yang tidak memenuhi syarat kesehatan.

Pada umumnya syarat-syarat air bersih yang dapat dijadikan air minum ditentukan pada beberapa standar yang ada pada masing-masing negara menurut kondisi masing-masing, perkembangan ilmu pengetahuan dan perkembangan teknologi. Beberapa standar antara lain *American Drinking Water Standard*, *British Drinking Water Standard*, *WHO drinking Water Standard* dan lain-lain. Untuk Indonesia dalam hal ini diatur dalam Peraturan Menkes RI No. 01/Birhukmas/1975, tentang syarat pengawasan kualitas air minum mencakup aspek syarat fisika, syarat kimia, syarat bakteriologis dan syarat radioaktif serta Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Dijelaskan lebih lanjut bahwa syarat-syarat fisika dari air itu menghendaki keadaan air yang jernih dan segar, tidak berbau, tidak berwarna dan tidak berasa (anyir/basa/asin dan sebagainya) karena adanya organisme. Syarat kimia tidak hanya menuntut terhindar kerugian langsung/tidak langsung terhadap tubuh manusia, tetapi juga menuntut terhindarnya zat-zat yang dapat merugikan dalam pengaliran air di pipa, mesin, pompa baik untuk industri maupun untuk minum.

### **2.3.5. Sumber Air**

Untuk keperluan air minum, rumah tangga dan industri, secara umum dapat digunakan sumber air yang berasal dari air sungai, mata air, danau, sumur, dan air hujan yang telah dihilangkan zat-zat kimianya, gas racun, atau kuman-kuman yang berbahaya bagi kesehatan. Sumber air yang dapat kita manfaatkan pada dasarnya digolongkan sebagai berikut :

#### **2.3.5.1. Air Hujan**

Air hujan merupakan penyubliman awan/uap air menjadi air murni yang ketika turun dan melalui udara akan melalui benda-benda yang terdapat di udara, diantara benda-benda yang terlarut dari udara tersebut adalah: gas O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, juga zat-zat renik dan debu. Dalam keadaan murni, air hujan sangat bersih, tetapi

setelah mencapai permukaan bumi, air hujan tidak murni lagi karena ada pengotoran udara yang disebabkan oleh pengotoran industri/debu dan lain sebagainya. Maka untuk menjadikan air hujan sebagai sumber air minum hendaklah pada waktu menampung air hujan jangan dimulai pada saat hujan mulai turun, karena masih banyak mengandung kotoran.

#### **2.3.5.2. Air Permukaan**

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengaliran. Dibandingkan dengan sumber lain air permukaan merupakan sumber air yang tercemar berat. Keadaan ini terutama berlaku bagi tempat-tempat yang dekat dengan tempat tinggal penduduk. Hampir semua air buangan dan sisa kegiatan manusia dilimpahkan kepada air atau dicuci dengan air, dan pada waktunya akan dibuang ke dalam badan air permukaan. Di samping manusia, flora dan fauna juga turut mengambil bagian dalam mengotori air permukaan, misalnya batang-batang kayu, daun-daun, tinja dan lain-lain. Jadi, dapat dipahami bahwa air permukaan merupakan badan air yang mudah sekali dicemari terutama oleh kegiatan manusia. Oleh karena itu, mutu air permukaan perlu mendapat perhatian yang seksama kalau air permukaan akan dipakai sebagai bahan baku air bersih. Yang termasuk ke dalam kelompok air permukaan adalah air yang berasal dari sungai, rawa, parit, bendungan, danau, laut dan sebagainya.

#### **2.3.5.3. 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, di dalam perjalanannya 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

Sebagian air hujan yang mencapai permukaan bumi akan menyerap ke dalam tanah dan akan menjadi air tanah. Air tanah adalah air yang tersimpan/ tertangkap di dalam lapisan batuan yang mengalami pengisian/penambahan secara terus menerus oleh alam (Harmayani. K. D dan Konsukartha. I. G. M, 2007). Air tanah terbagi atas 3 yaitu :

a. Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal terjadi karena daya proses air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian juga dengan sebagian bakteri. Sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang terlarut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan. Lapisan tanah ini berfungsi sebagai saringan. Di samping penyaringan, pengotoran juga masih terus berlangsung, terutama pada muka air yang dekat dengan muka tanah. Setelah menemui lapisan rapat air, air akan terkumpul merupakan air tanah dangkal dimana air tanah ini dimanfaatkan untuk sumber air bersih melalui sumur-sumur dangkal (Sutrisno, 2010). Air tanah dangkal terdapat pada kedalaman  $\pm 15$  m sebagai sumber air bersih, air tanah dangkal ini ditinjau dari segi kualitas agak baik. Dari segi kuantitas kurang baik dan tergantung musim (Sumantri, 2010).

b. Air Tanah Dalam

Terdapat pada lapisan rapat air pertama dan kedalaman 100-300 meter. Ditinjau dari segi kualitas pada umumnya lebih baik dari air tanah dangkal, sedangkan kuantitasnya mencukupi tergantung pada keadaan tanah dan sedikit dipengaruhi oleh perubahan musim.

c. Mata Air

Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitasnya sama dengan keadaan air tanah dalam. Selain itu gaya gravitasi juga mempengaruhi aliran air tanah menuju ke laut. Tetapi dalam

perjalanannya air tanah juga mengikuti lapisan geologi yang berkelok sesuai jalur aquifer dimana air tanah tersebut berada. Bila terjadi patahan geologi di dekat permukaan tanah, maka aliran air tanah dapat muncul pada permukaan bumi, pada tempat tertentu. Sebagai tumpahan air tanah alami yang pada umumnya berkualitas baik, maka mata air dijadikan pilihan sumber air bersih yang dicari-cari dan diperebutkan oleh penduduk kota (Pebrian. F, 2008).

Berdasarkan munculnya ke permukaan air tanah terbagi atas 2 yaitu :

1. Mata air (*gravity spring*) yaitu air mengalir dengan gaya berat sendiri. Pada lapisan tanah yang permukaan tanah yang tipis, air tanah tersebut menembus lalu keluar sebagai mata air.
2. Mata air artesis berasal dari lapisan air yang dalam posisi tertekan. Air artesis berusaha untuk menembus lapisan rapat air dan keluar ke permukaan bumi.

Ditinjau dari sudut kesehatan, ketiga macam air ini tidaklah selalu memenuhi syarat kesehatan, karena ketiga-tiganya mempunyai kemungkinan untuk tercemar. Embun, air hujan dan atau salju misalnya, yang berasal dari air angkasa, ketika turun ke bumi dapat menyerap abu, gas, ataupun materi-materi yang berbahaya lainnya. Demikian pula air permukaan, karena dapat terkontaminasi dengan pelbagai zat-zat mineral ataupun kimia yang mungkin membahayakan kesehatan.

### **2.3.6. Peranan Air Dalam Penyebaran Penyakit**

#### **2.3.6.1. Penyakit Menular**

Untuk jenis penyakit bawaan air sangatlah beragam. Apalagi jika dilihat dari faktor penyebabnya, yaitu bakteri, virus, dan lain-lain. Contoh, virus *poliomyelitis* (penyebab penyakit polio), virus hepatitis A (penyebab penyakit hepatitis), bakteri *escherichia coli* dan *salmonella typhi* (penyebab demam tifoid), bakteri *shigella spp.* (penyebab disentri basiler), bakteri *vibrio cholera* (penyebab penyakit kolera), dan masih banyak lagi.

Sedangkan jika dilihat dari media penyebaran penyakitnya, maka penyakit bawaan air dapat terbagi atas beberapa kelompok. Kelompok pertama, sumber air

yang digunakan merupakan penyebar mikroba patogen (*true water borne diseases*). Contoh penyakit yang ditimbulkannya adalah diare, kolera, typhus, dan paratyphus.

Kedua, air yang menjadi sarang serangga penyebar penyakit (*water related vector borne diseases*). Contoh penyakit dari kelompok ini adalah demam berdarah dan malaria. Ketiga, air berperan sebagai sarang sementara penyakit (*water based borne diseases*). Contohnya penyakit dracontiasis dan schistosomiasis, yaitu penyakit karena cacing patogen.

Dan, yang terakhir karena ketidakcukupan kuantitas (jumlah) air. Kondisi seperti ini juga bisa memicu terjadinya penyakit (*water washed diseases*). Contohnya adalah penyakit trachoma dan scabiesis (penyakit yang disebabkan tungau *sarcoptes scabiei*). Cacar air termasuk penyakit kulit karena bawaan air. Cacar air termasuk penyakit kulit menular yang disebabkan oleh infeksi virus *varicella-zoster*. Penyebaran penyakit ini melalui perantara udara. Masa inkubasi penyakit cacar air dalam tempo 2 sampai 3 minggu.

#### **2.3.6.2. Penyakit Tidak Menular**

Selain penyakit-penyakit yang disebabkan oleh kuman parasit akibat pencemaran biologis, air juga dapat menimbulkan kerugian dan gangguan yang disebabkan oleh bahan-bahan kimia atau zat radioaktif yang ada dalam air, terutama logam-logam berat dan berbahaya. Penyakit tidak menular yang disebabkan oleh bahan-bahan kimia berbahaya tersebut sering menimbulkan gejala seperti sakit pinggang dan tulang rapuh yang diakibatkan oleh logam mangan (Mn), tekanan darah tinggi oleh cadmium (Cd), kerusakan ginjal oleh korosi pada besi.

Logam-logam berat hasil buangan limbah industri telah menimbulkan kasus pada beberapa daerah atau negara, misalnya keracunan air raksa (Hg) yang menyebabkan cacat bawaan pada bayi yang dikenal sebagai penyakit *minamata* di Jepang, logam cadmium (Cd) yang dapat menyebabkan kenaikan tekanan darah diakibatkan oleh karena cadmium mempengaruhi kinerja otot polos pembuluh darah secara langsung maupun tidak langsung lewat ginjal, bahkan kerusakan dan

penghambatan kinerja sistem fisiologis tubuh, kerja paru-paru, liver, kemandulan, serta imunitas juga syaraf dan kerapuhan pada tulang. Air yang tercemar logam ini biasanya terasa pahit dan suhu serta pH yang sangat tinggi (Effendi, 2007).

Dan masih banyak lagi penyakit-penyakit tidak menular lain pada manusia yang diakibatkan oleh pencemaran bahan-bahan kimia berbahaya terutama logam berat pada air yang dikonsumsi oleh manusia. Zat-zat kimia ini sangat membahayakan kesehatan makhluk hidup yang mengkonsumsinya dan pada umumnya bersifat kronis.

### **2.3.7. Unsur Dalam Air**

Sementara itu di dalam air tanah seperti dikemukakan Freeze dan Chery (1987) terkandung unsur-unsur kimia dan biokimia yang merupakan faktor penting dalam penggunaannya apakah untuk industri, pertanian atau sebagai air minum. Di samping itu kandungan kimia dan biokimia dapat juga menentukan kualitas tanah yang dilaluinya. Dikatakan pula bahwa unsur-unsur kimia yang terkandung terbagi atas sifat elektrolit air, unsur organik dan gas-gas yang terlarut (Freeze dan Chery 1987).

#### **a. Unsur Anorganik**

Hal ini berhubungan dengan fungsi air yang melarutkan berbagai garam dan bahan anorganik lain. Antara lain adanya konsentrasi TDS (*Total Dissolved Solid*). Jumlah TDS ini dapat mengkategorikan air sebagai air segar, air payau, air asin ataupun air laut. Air tanah dapat dipandang sebagai bahan elektrolit karena bahan-bahan yang terlarut dapat berupa ion. Sebagai indikasi unsur ion yang terlarut dapat ditentukan dengan pengukuran daya hantar aliran listrik yang dihitung dalam satuan millisiemen (ms) dan mikrosiemen ( $\mu S$ ) atau millimhos dan mikromhos.

#### **b. Unsur-Unsur Organik**

Unsur organik yang dimaksud adalah karbon, hidrogen dan oksigen dan ini semua merupakan unsur utama dalam air

#### **c. Gas-Gas Terlarut**

Gas-gas terlarut yang berlebih dalam air adalah  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4H_2S$ , dan

N<sub>2</sub>O.

### 2.3.8. Baku Mutu Air

Penggunaan air yang diperoleh dari sumber air untuk berbagai keperluan manusia mengacu pada baku mutu air. Baku mutu air pada sumber air adalah batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar terdapat di dalam air. Tetapi air tersebut tetap dapat digunakan sesuai dengan kriterianya (Fardias, 1992). Dari kutipan ini dapat diketahui bahwa pemanfaatan sumber air, untuk berbagai kriteria/golongan kegunaannya dapat dimanfaatkan setelah mengetahui kadar zat-zat ataupun bahan pencemar yang terkandung oleh air tersebut.

Indonesia telah membagi penggolongan air menurut kegunaannya. Menurut kegunaannya, air pada sumber air dibedakan menjadi empat golongan, yaitu :

- a. Golongan A, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa harus diolah terlebih dahulu.
- b. Golongan B, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air baku untuk diolah sebagai air minum dan keperluan rumah tangga.
- c. Golongan C, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
- d. Golongan D, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri dan listrik tenaga air (Fardiaz, 1992).

Hal ini memberi arti bahwa air golongan B tidak dapat digunakan untuk golongan A, demikian pula air golongan C tidak dapat digunakan untuk golongan A dan B.

Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001, menurut kegunaannya, air pada sumber air di klasifikasikan menjadi 4 (empat) kelas yaitu :

- a. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang memper-syaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- b. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/

sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;

- c. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- d. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut (Kemenkes RI, 2020).

## **2.4. Air Tanah**

### **2.4.1. Pengertian Air Tanah**

Menurut Undang-undang No. 17 Tahun 2019 air tanah merupakan air yang berada pada lapisan tanah dan bebatuan bawah tanah. Air tanah adalah air yang menempati rongga lapisan bawah tanah yang tersimpan dengan kondisi jenuh serta jumlah yang cukup. Pada umumnya pengisian air tanah terjadi pada saat turun hujan di musim penghujan, air permukaan bergerak secara vertikal dan lateral menuju ke lapisan akuifer pergerakan air sangat dipengaruhi kondisi geologi dan morfologi lapisan tanah (Darwis, 2018).

Akuifer air dalam tanah yakni sebagai penyimpan air yang berasal dari permukaan atas tanah. Air yang masuk melalui pori-pori tanah dan disimpan dalam lapisan bawah tanah. Akuifer tanah terdiri dari bahan yang berbeda seperti pasir, kerikil, batuan permeabel seperti batu pasir, batu gamping, vulkanik dan batuan kristal sebagai penyusunan penyimpanan air tanah (Khare, dkk., 2017).

Dari penjelasan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa air tanah adalah air yang bergerak dalam tanah yang terdapat di dalam ruang-ruang antara butir-butir tanah dan retakan batuan yang sirkulasinya berjalan secara alamiah.

### **2.4.2. Letak dan Kedalaman Air Tanah**

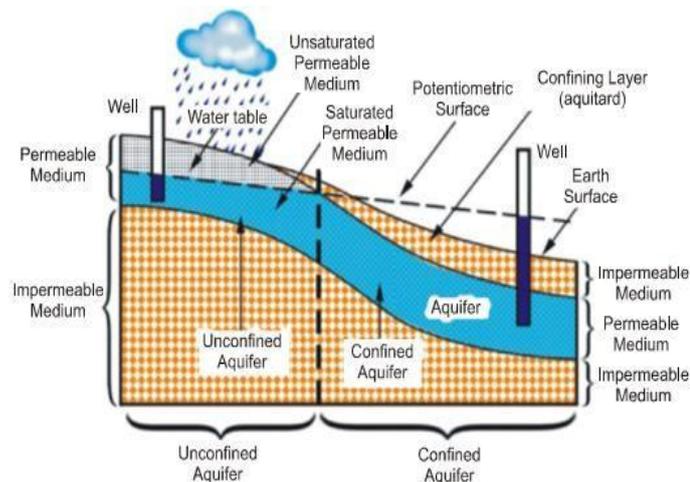
Adapun jenis air tanah berdasarkan letak dan kedalaman sebagai berikut :

- a. Air tanah dangkal yakni air yang berada pada kedalaman 3 hingga 30 meter merupakan air tanah yang dimanfaatkan oleh masyarakat dengan menggunakan sumur gali sebagai kebutuhan. (Prasetyawati Umar & Nawir, 2018). Pada umumnya air dangkal dijumpai dalam lapisan bawah tanah yang dikeruk sehingga muncul sumber air. Air terdapat di permukaan tanah masuk melalui pori-pori proses infiltrasi ke dalam tanah hingga menuju lapisan tanah yakni zona akuifer lapisan menampung air. Lapisan tanah yang meloloskan air yakni *permeable*, lapisan *permeable* dengan formasi kerikil kecil dan pasir. Lapisan tanah *impermeable* berupa lempung yang terletak pada bawah serta atas, lapisan akuifer yakni lapisan tahan air dan kedap (Handayani, 2019).
- b. Air tanah dalam yakni air yang berada dalam zona artesis. Air tanah ini dijumpai antara dua lapisan *impermeable* atau kedap air. Air yang terdapat pada lapisan akuifer sebagai menampung air apabila lapisan *impermeable* retak, maka air secara natural keluar menuju permukaan tanah. Air yang keluar ke permukaan yakni sumber mata air. Pemanfaatan air tanah dalam, harus menggunakan mesin bor serta melibatkan pipa-pipa di dalamnya. Air tanah dalam dapat dijumpai pada kedalaman 100 meter hingga 300 meter dari permukaan tanah (Jayanti, 2018).

#### **2.4.3. Proses Pembentukan Air Tanah**

Air tanah termasuk dalam siklus hidrologi di bumi yang berasal dari proses hujan turun kemudian terjadi proses infiltrasi yang dipengaruhi oleh tekstur tanah, lahan permukaan tanah, dan penutupan tanah oleh bangunan maupun tumbuhan. Air permukaan masuk melalui pori-pori tanah dari aliran air sungai dan air genangan berupa danau, waduk, dan bendungan. Air tanah berada pada zona akuifer yang terkumpul dalam lapisan tanah mencapai zona tak jenuh lapisan kerikil serta pasir sebagai akuifer mengalirkan air, sedangkan lapisan yang tidak bisa ditembus air yaitu zona *impermeable* yang bersifat lempung padat (Darwis, 2018).

Faktor yang mempengaruhi proses infiltrasi menuju akuifer yakni jumlah besaran curah hujan yang mempengaruhi proses pada durasi resapan tanah. Curah hujan yang tinggi menimbulkan peningkatan resapan air tanah tergantung pada kondisi tutupan lahan dan lingkungan sekitar. Pada setiap lapisan akuifer diisi kembali secara berbeda, terutama pada akuifer bebas berasal dari curah hujan, rembesan sungai, danau, dan tingkat resapan tergantung oleh permeabilitas di atas batuan dan tanah. Kondisi tanah permukaan bersifat poros dan terdapat lubang untuk mengisi kembali air tanah (Soedireja, 2017). Berikut proses pembentukan air tanah yang ditampilkan pada gambar 2.2.



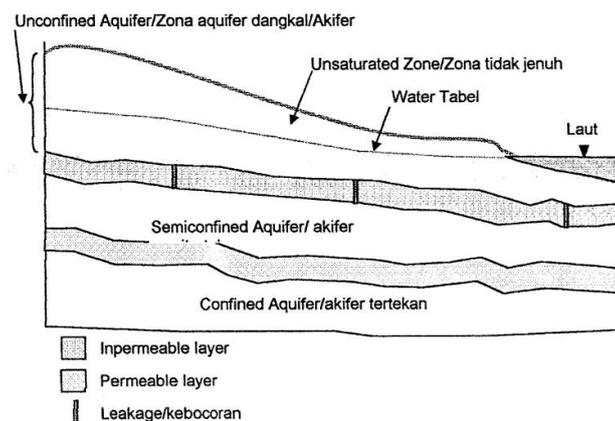
Gambar 2. 2 Proses Pembentukan Air Tanah

Sumber: Khare, dkk., (2017)

Air tanah terbagi atas dua bagian yaitu (1) air tanah bebas (akifer bebas/*unconfined aquifer*); Terbentuk ketika tinggi permukaan air tanah (*water table*) menjadi batas atas zona tanah jenuh. Tinggi permukaan air tanah berfluktuasi tergantung pada jumlah dan kecepatan air (hujan) masuk ke dalam tanah, pengambilan air tanah dan permeabilitas tanah. (2) air tanah tertekan (akifer tertekan/*confined aquifer*); Terbentuk ketika air tanah dalam dibatasi oleh lapisan kedap air sehingga tekanan di bawah lapisan kedap air tersebut lebih besar daripada tekanan atmosfer (Asdak, 1995), seperti yang ditampilkan pada gambar 2.3.

Air tanah tertekan adalah air dari akifer yang sepenuhnya jenuh air, dengan bagian atas dan bawah dibatasi oleh lapisan yang kedap air. Pengambilan sampel yang berupa air tanah tertekan dapat dilakukan di tempat-tempat sebagai berikut :

- a. Sumur produksi air tanah untuk pemenuhan kebutuhan perkotaan, pedesaan, pertanian dan industri.
- b. Sumur produksi air tanah PAM maupun sarana umum.
- c. Sumur pemantauan kualitas air tanah.
- d. Lokasi kawasan industri.
- e. Sumur observasi air tanah di suatu cekungan air tanah artesis.
- f. Sumur observasi di wilayah pesisir yang mengalami penyusupan air laut.
- g. Sumur observasi penimbunan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).
- h. Sumur yang lain yang dianggap perlu.



Gambar 2. 3 Air Tanah

Sumber : kodoatie, (1996)

#### 2.4.4. Manfaat Air Tanah

Adapun manfaat air tanah yang digunakan sebagai kebutuhan sehari-hari sebagai berikut :

- a. Mencuci pakaian

Bagi masyarakat yang tidak mempunyai akses PDAM pada umumnya menggunakan air tanah sebagai mencuci pakaian seperti baju, celana dan pakaian lainnya.

b. Mencuci peralatan

Air tanah juga digunakan sebagai mencuci peralatan seperti piring, ketel, gelas, mangkok, dan peralatan perkakas rumah lainnya. Air tanah yang tidak mengandung sadah maka aman digunakan sebagai mencuci peralatan karena tidak menyebabkan kerak pada peralatan rumah.

c. Mandi dan kakus

Air tanah juga dimanfaatkan sebagai sarana sanitasi yakni mandi dan kakus. Air tanah yang tidak mengandung bakteri serta kontaminan lainnya maka aman digunakan untuk mandi, hal tersebut agar badan terhindar dari penyakit dan kuman.

d. Menyiram tanaman

Ditinjau dari segi pertanian air tanah digunakan untuk menyiram tanaman. Kandungan air tanah yang melimpah dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk menghasilkan daun, buah, dan batang.

e. Budidaya ikan

Pada masyarakat umum air tanah juga dimanfaatkan sebagai sarana budidaya dan kolam ikan. Air tanah yang tidak mengandung kontaminan bisa dimanfaatkan untuk budidaya dan kolam ikan skala rumah.

f. Industri

Ditinjau dari industri air tanah sebagai sarana air bersih. Industri yang tidak menggunakan air PDAM bisa memanfaatkan air tanah sebagai air bersih seperti membersihkan peralatan dan produksi.

#### **2.4.5. Kontaminasi Air Tanah**

Kandungan air tanah tergantung pada susunan lapisan bebatuan tanah dan struktur geologi. Kandungan kualitas air tanah juga berubah akibat intervensi kegiatan manusia seperti pembuangan limbah, pembuangan sampah, dan kegiatan pertanian yang menghasilkan pestisida. Kelebihan air tanah yaitu mudah di dapatkan di lokasi serta praktis dalam pengambilannya, sedangkan kekurangan yaitu terdapat kadar logam dan bersifat sadah oleh karena itu penambahan aerasi dapat menyisihkan kandungan tersebut (Suparno, 2013). Kontaminasi air tanah

yakni terbawanya senyawa polutan ke dalam air tanah baik perpindahan maupun pencampuran yang berawal dari proses infiltrasi masuknya air permukaan ke lapisan tanah, berikut aktivitas oleh manusia yang menyebabkan kontaminasi air tanah menurut (Widyantira, 2019) :

1. Keberadaan septic tank yang terlalu dekat dengan air tanah/sumur di bawah 10 meter.
2. Pembuangan limbah rumah tangga cair bekas cucian pada tanah.
3. Pembuangan dan penumpukan sampah pada tanah.
4. Kegiatan penggunaan lahan tanah oleh pertanian.
5. Aktivitas industri.

Adapun permasalahan air tanah yang digunakan untuk sehari-hari oleh masyarakat menurut (Pangurisen, 2018) sebagai berikut :

- a. Air tanah yang tercemar yakni menurunnya kualitas air tanah berasal dari kegiatan aktivitas manusia dan aktivitas alam yang dapat menurunkan mutu air pada tingkat tertentu sehingga tidak sesuai dengan pemanfaatan dalam kondisi tersebut air tanah terkontaminasi oleh polutan (zat pencemar) karena berdekatan dengan sumber pencemar.
- b. Pertumbuhan industri yang tinggi dan peningkatan jumlah penduduk urbanisasi ke daerah perkotaan menimbulkan kepadatan serta menghasilkan limbah. Apabila tidak ditata dengan baik maka berpengaruh pada aspek sanitasi pencemaran air tanah disebabkan terutama oleh mikroorganisme patogenik dan logam berat dari kegiatan industri.
- c. Amblesan tanah merupakan penurunan muka tanah yang berasal dari eksploitasi air tanah secara besar. Amblesan tanah (*Land Subsidence*) merupakan penurunan tanah karena adanya pengambilan air bawah tanah yang menyebabkan terjadi penyusutan air laut pada kawasan pesisir, pengerukan pembangunan pelabuhan dan reklamasi pinggiran pantai. selain itu amblesan tanah berasal dari bangunan yang padat. Penurunan permukaan tanah menimbulkan tekanan dari air tanah berkurang sehingga terjadi pemampatan lapisan batuan di atasnya. Efek penurunan tanah akan lebih terlihat pada daerah yang memiliki beban berat di permukaannya

sehingga dapat menimbulkan amblesan.

#### **2.4.6. Air Tanah sebagai Sumber Air Bersih**

Sumber air merupakan kumpulan air yang terdapat di bumi, baik yang berada dipermukaan maupun yang terdapat di dalam tanah. Adapun sumber-sumber air itu dapat berupa :

- a. Air laut, mempunyai sifat asin dengan kadar garam (salinitas) di atas 3%.
- b. Air atmosfer (air meteorologik) seperti air hujan, yang mempunyai sifat agresif namun bila keadaan murni sangat bersih, hanya saja senantiasa terjadi pengotoran udara.
- c. Air permukaan, seperti air sungai, air kolam, air rawa, air danau, air bendungan.
- d. Air tanah, terdiri dari air tanah dangkal, air tanah dalam dan mata air (Sutrisno dan Suciati, 1987)

Air tanah dangkal terjadi karena proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertekan, demikian pula sebagian bakteri, sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam terlarut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah. Lapisan tanah disini berfungsi sebagai saringan. Di samping penyaringan, pengotoran juga masih terus berlangsung, terutama pada muka air yang dekat dengan muka tanah. Setelah menemui lapisan rapat air (*impermeable*), air akan terkumpul dan merupakan air tanah dangkal dimana air tanah ini dimanfaatkan untuk sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal atau sumur galian (Sutrisno, 1996)

Sumber-sumber air yang terdapat di alam terdiri dari :

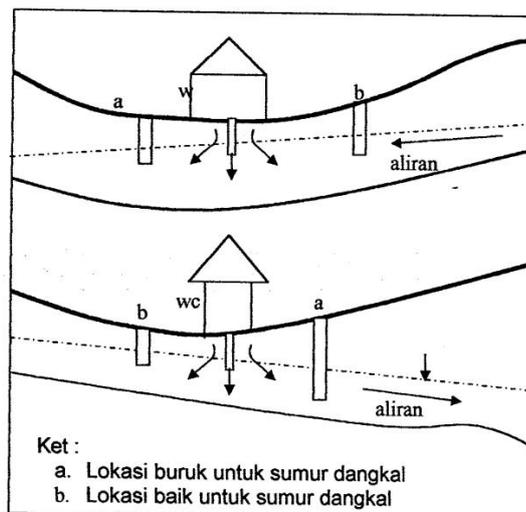
- a. Air angkasa yaitu air yang berasal dari atmosfer bumi seperti air hujan dan salju.
- b. Air permukaan yaitu air yang berasal dari permukaan bumi seperti : air sungai, air danau dan air laut.

- c. Air tanah yaitu air yang berasal dari dalam tanah seperti : air tanah dangkal dan air tanah dalam.

Untuk mendapatkan sumber air tanah, masyarakat membuat sumur dalam rangka mencari sumber air bersih. Menurut Sutrisno (1987), secara teknis hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan sumur dangkal, adalah :

- Diberi tembok rapat air 3,00 m dari muka tanah, agar pengotoran oleh air permukaan dapat dihindarkan.
- Sekeliling sumur harus diberi lantai rapat air 1-1,5 m.
- Pada lantai/sekeliling tanah diberi saluran pembuangan air kotor, agar air kotor dapat disalurkan dan tidak akan mengotori sumur.
- Pengambilan air sebaiknya dengan pipa kemudian dipompa keluar
- Pada bibir sumur, hendaknya diberi tembok pengaman setinggi 1 meter.

Selain hal-hal teknis di atas, pemilihan lokasi dalam pembuatan sumur juga memerlukan beberapa pertimbangan antara lain : pada tempat yang kering atau mudah dikeringkan, tidak di bawah pohon yang akan mengganggu dan tidak tercemar oleh buangan ruang tangga (PEDC, 1983). Hal tersebut dijelaskan pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Lokasi Sumur

Sumber : PEDC, 1983

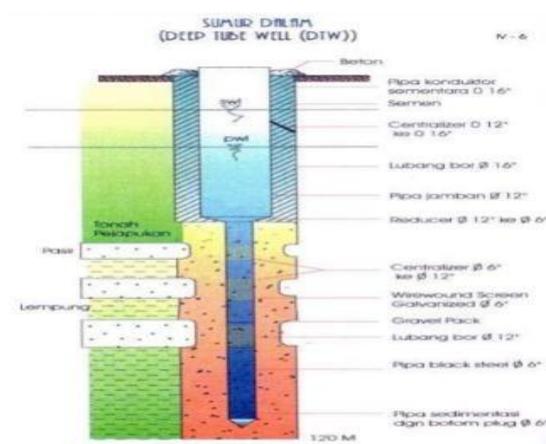
Pada gambar 2.4. terlihat bahwa pencemaran air tanah dangkal dapat dipengaruhi oleh aliran air tanah dangkal tersebut. Walaupun muka tanah lokasi sumur lebih tinggi dari wc, namun bukan berarti polutan dari wc tidak bisa merembes ke air sumur. Hal ini disesuaikan dengan arah aliran air tanah dangkal. Oleh sebab itu pemilihan lokasi sumur seharusnya memperhatikan arah aliran air tanah dangkal, dengan demikian diperlukan kontur air tanah.

### 2.4.7. Sumur Air Tanah

Sumur air tanah merupakan media konstruksi yang berfungsi untuk mengambil air dalam tanah dengan kedalaman tertentu. Berikut konstruksi pengambilan air tanah menurut (PUPR, 2017) :

#### 2.4.7.1. Sumur Bor Dalam

Sumur bor dalam merupakan konstruksi pengambilan air tanah dengan menggunakan tenaga mesin bor cara ini merupakan praktis untuk pengambilan air tanah diaplikasikan pada penggunaan pengolahan air dan industri kedalaman sumur bor yaitu mencapai 60 hingga 200 meter diameter pipa 6” hingga 12”inchi. Berikut konstruksi sumur bor dalam ditampilkan pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Konstruksi Sumur Bor Dalam

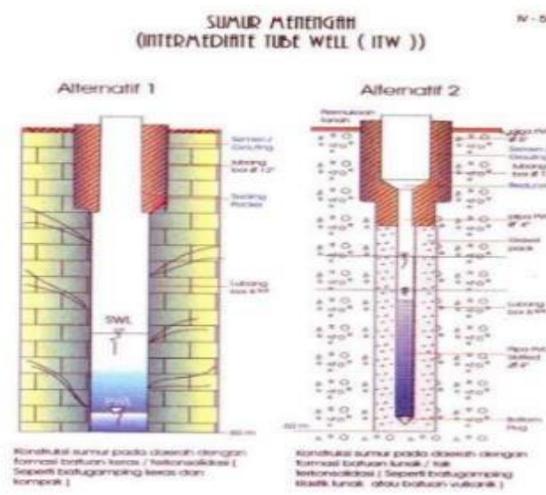
Sumber : PUPR (2017)

Konstruksi sumur bor dalam digunakan untuk menyadap air tanah pada lapisan jenuh pada lapisan akuifer yang merupakan penyimpan dan mengalirkan

air lapisan tanah. Pada umumnya kualitas air tanah yang diambil melalui sumur bor dalam bebas dari zat kontaminan kimia dan bakteri yang merupakan sumber pencemar dari aktivitas manusia pada lapisan atas tanah. Sumur bor dalam pengambilan air tanah pada lapisan di atas 60 meter ke bawah menggunakan mesin bor yang dilengkapi oleh pipa penyambung, sehingga dapat dipompa menuju pada lapisan tanah. Kelemahan menggunakan sumur bor dalam yakni memerlukan biaya pengeboran yang tinggi dan memerlukan berbagai peralatan penunjang pengeboran seperti mesin pengeboran serta pipa-pipa. Kelebihan menggunakan sumur bor dalam yakni memiliki kualitas air tanah yang baik dapat dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari.

#### 2.4.7.2. Sumur Bor Menengah

Menggunakan mesin bor kedalaman yaitu 30 hingga 60 meter dan diameter 4” hingga 6” inchi sumur bor ini mampu mengambil air tanah pada lapisan tanah akuifer bebas dan akuifer tertekan cocok diaplikasikan pada lokasi yang mempunyai struktur tanah yang keras dan bebatuan formasi yang keras. Berikut kontruksi sumur bor menengah ditampilkan pada gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Konstruksi Sumur Bor Menengah

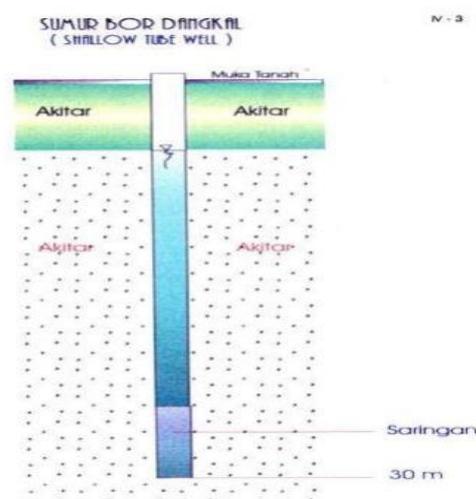
Sumber : PUPR (2017)

Sumur bor menengah merupakan kontruksi penyadap air tanah yang menggunakan sistem pengeboran dengan mesin bor. Sumur bor menengah dapat

digunakan untuk masyarakat umum karena dalam pembuatannya tidak memerlukan tempat yang luas dan praktis digunakan selain sumur gali. Dalam penyadapan air sumur bor menengah hanya memerlukan kedalaman 30 hingga 60 meter sehingga kandungan air tanah tidak mengandung kontaminan bakteri yang berasal dari sumber pencemar kotoran manusia dan hewan. Sumur bor menengah dapat dimanfaatkan pada berbagai kalangan baik dari masyarakat umum, pelaku industri kecil, sekolah / pondok pesantren, pertokoan, dan fasilitas umum. Kelemahan menggunakan sumur bor menengah yakni memerlukan biaya yang cukup tinggi untuk mesin pengeboran penyadapan air tanah. Kelebihan menggunakan jenis sumur ini yakni cocok digunakan pada daerah yang memiliki karakteristik tanah jenis gambut yang memerlukan pengeboran air tanah yang dalam agar menghindari kontaminasi organik pada air tanah.

#### 2.4.7.3. Sumur Bor Dangkal

Sumur bor dangkal banyak diaplikasikan skala perumahan untuk mengambil air tanah melalui mesin bor dengan kedalaman 10 hingga 30 meter mempunyai kapasitas 1 liter per detik dan diameter sumur 2” sumur bor dangkal dimanfaatkan sebagai konstruksi yang efektif dan praktis. Berikut konstruksi sumur bor dangkal ditampilkan pada gambar 2.7.



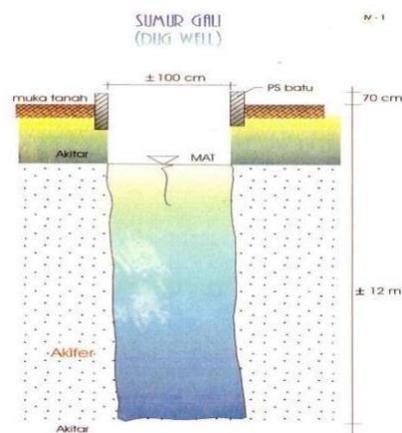
Gambar 2. 7 Konstruksi Sumur Bor Dangkal

Sumber : PUPR (2017)

Sumur bor dangkal merupakan konstruksi penyadap air bawah tanah yang memiliki kedalaman 10 hingga 30 meter lebih dangkal dari sumur bor menengah dan dalam. Sumur bor dangkal juga menggunakan mesin pengeboran semi manual untuk menyadap air tanah yang dangkal sehingga praktis digunakan untuk skala rumah tangga. Sumur jenis ini umumnya menyadap air tanah pada lapisan tak jenuh sehingga tidak perlu melakukan pengeboran lebih dalam, air tanah dangkal dapat langsung dimanfaatkan umumnya untuk keperluan air bersih masyarakat. Kelemahan menggunakan sumur bor dangkal yakni kualitas air tanah yang dangkal mudah terpengaruh oleh berbagai kontaminasi sumber pencemar baik fisik, kimia, dan biologi yang berasal dari atas tanah. Sedangkan, kelebihan yakni praktis digunakan karena pada saat pengeboran tanah tidak memerlukan waktu yang lama, sehingga efisien dalam pembuatan sumur bor tanpa tenaga manual.

#### 2.4.7.4. Sumur Gali

Sumur gali merupakan konstruksi pengambilan air tanah yang menggunakan tenaga manual berupa penggalian tanah dengan kedalaman hingga 12 meter dengan menggunakan peralatan cangkul dan sekop untuk menyadap air. Diameter air sumur yakni 1 hingga 2 meter banyak diaplikasikan di rumah dan pedesaan untuk pengambilan air terdapat timba manual atau menggunakan pompa air. Berikut konstruksi sumur gali ditampilkan pada gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Konstruksi Sumur Gali

Sumber : PUPR (2017)

Sumur gali merupakan konstruksi penyadap air tanah yang umumnya banyak digunakan oleh masyarakat pedesaan yang memiliki lahan luas untuk digunakan sumur gali. Kontruksi sumur gali tidak memerlukan mesin sebagai penyadap air tanah melainkan menggunakan tenaga manual yakni manusia yang menggali tanah pada kedalaman 5 hingga 12 meter tergantung pada lokasi dan jenis tanah yang memiliki karakteristik berbeda. Dalam pembangunan konstruksi sumur gali memerlukan dinding, lantai bawah, bibir sumur, dan penutup yang berasal dari semen batu bata atau beton. Kelebihan menggunakan konstruksi sumur gali yakni air mudah di dapatkan melalui timba atau pompa, tidak memerlukan peralatan penunjang yang banyak, dan memiliki biaya yang relatif lebih rendah ketimbang sumur bor. Kelemahan menggunakan sumur ini yakni kualitas air tanah yang mudah terkontaminasi pada lapisan atas tanah, dalam pembangunan memerlukan waktu yang sangat lama, dan mudah terkontaminasi apabila konstruksi tidak dirawat dengan baik terutama pada saat musim hujan.

## **2.5. Air Bersih**

### **2.5.1. Pengertian Air Bersih dan Kebutuhan Air**

Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan kualitas air minum. Air merupakan zat yang memiliki peranan sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Ditinjau dari sudut kesehatan masyarakat, kebutuhan air untuk keperluan hiegene harus memenuhi syarat agar kualitas kesehatan masyarakat terjamin. Standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air untuk keperluan Higiene Sanitasi meliputi parameter fisik, biologi dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan, air untuk keperluan higiene sanitasi tersebut digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu air untuk keperluan higiene sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum, (Permenkes RI, 2017).

Sumber Daya Air adalah air, sumber air, dan daya air yang terkandung di dalamnya. Air adalah semua air yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah

permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat (Peraturan Pemerintah, 2019).

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan sistem penyediaan air minum. Persyaratan yang dimaksud adalah dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia dan biologi. sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping (Ketentuan Umum Permenkes No. 416/Menkes/PER/IX/1990 “*Dalam Modul Gambaran Umum Penyediaan dan Pengolahan Air Minum Edisi Maret 2003 hal. 3 dari 41*”).

Kebutuhan air adalah banyaknya jumlah air yang dibutuhkan untuk keperluan rumah tangga, industri, penggelontoran kota dan lain-lain. Prioritas kebutuhan air meliputi kebutuhan air domestik, industri, pelayanan umum dan kebutuhan air untuk mengganti kebocoran (Moegijantoro, 1996).

Kebutuhan air merupakan jumlah air yang diperlukan secara wajar untuk keperluan pokok manusia (domestik) dan kegiatan-kegiatan lainnya yang memerlukan air. Kebutuhan air menentukan besaran sistem dan ditetapkan berdasarkan pemakaian air (PERPAMSI, 1994).

## **2.5.2. Sarana Air Bersih**

### **2.5.2.1. Sumur Gali (Sumur Dangkal)**

Sumur gali adalah satu konstruksi sumur yang paling umum dan meluas dipergunakan untuk mengambil air tanah bagi masyarakat kecil dan rumah-rumah perorangan sebagai air minum dengan kedalaman 7-10 meter dari permukaan tanah. Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan tanah yang relatif dekat dari permukaan tanah, oleh karena itu dengan mudah terkena kontaminasi melalui rembesan. Umumnya rembesan berasal dari tempat buangan kotoran manusia kakus/jamban dan hewan, juga dari limbah sumur itu sendiri, baik karena lantainya maupun saluran air limbahnya yang tidak kedap air. Keadaan konstruksi dan cara pengambilan air sumur pun dapat merupakan sumber kontaminasi, misalnya sumur dengan konstruksi terbuka dan pengambilan air dengan timba.

Dari segi kesehatan sebenarnya penggunaan sumur gali ini kurang baik bila cara pembuatannya tidak benar-benar diperhatikan, tetapi untuk memperkecil kemungkinan terjadinya pencemaran dapat diupayakan pencegahannya. Pencegahan ini dapat dipenuhi dengan memperhatikan syarat-syarat fisik. Syarat konstruksi pada sumur gali tanpa pompa meliputi dinding sumur, bibir sumur, lantai sumur, serta jarak dengan sumber pencemar. Sumur gali sehat harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

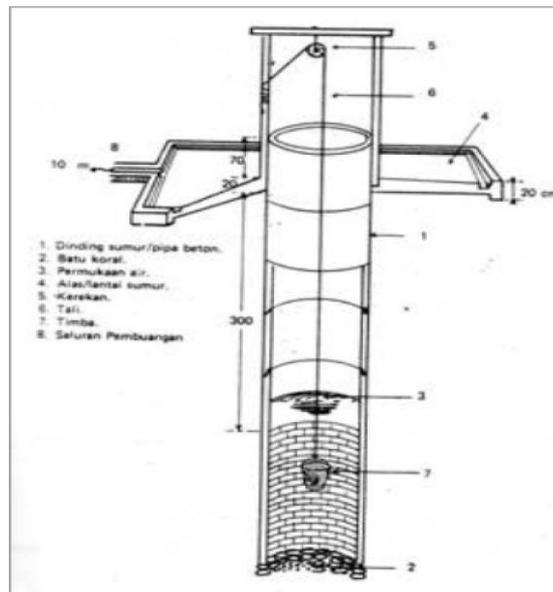
1. Syarat Lokasi atau Jarak

Agar sumur terhindar dari pencemaran maka harus diperhatikan adalah jarak sumur dengan jamban, lubang galian untuk air limbah (*cesspool, seepage pit*), dan sumber-sumber pengotoran lainnya. Jarak tersebut tergantung pada keadaan serta kemiringan tanah.

- a) Lokasi sumur pada daerah yang bebas banjir.
- b) Jarak sumur >11 meter dari sumber pencemaran seperti kakus, kandang ternak, tempat sampah, dan sebagainya. Selain itu konstruksinya dibuat lebih tinggi dari sumber pencemaran. Sumur gali tanpa pompa tangan ditampilkan pada gambar 2.9.

2. Dinding Sumur Gali

- a) Jarak kedalaman 3 meter dari permukaan tanah, dinding sumur gali harus terbuat dari tembok yang kedap air (disemen). Dinding bagian atas terbuat dari pasangan bata/batako/batu belah tebal  $\frac{1}{2}$  bata dipleser adukan 1 PC : 2 PS setebal 1 cm atau pipa beton kedap air 0,80 cm x 1 m atau beton bertulang 0,80 cm x 1 m. Hal tersebut dimaksudkan agar tidak terjadi perembesan air/pencemaran oleh bakteri dengan karakteristik habitat hidup pada jarak tersebut. Selanjutnya pada kedalaman 1,5 meter dinding berikutnya terbuat dari pasangan batu bata tanpa semen/pecahan adukan PC/pecahan marmer ukuran 3 – 5 cm, setebal 50 cm, sebagai bidang perembesan dan penguat dinding sumur.
- b) Kedalaman sumur gali dibuat sampai mencapai lapisan tanah yang mengandung air cukup banyak walaupun pada musim kemarau.



Gambar 2. 9 Sumur Gali Tanpa Pompa Tangan

Sumber : <http://www.indonesian-publichealth.com/sumur-sehat/>

### 3. Bibir Sumur Gali

Untuk keperluan bibir sumur ini terdapat beberapa pendapat antara lain :

- a) Di atas tanah dibuat tembok yang kedap air setinggi minimal 70 cm untuk mencegah pengotoran dari air permukaan serta untuk aspek keselamatan.
- b) Dibuat lebih tinggi dari permukaan air banjir, apabila daerah tersebut adalah daerah banjir.
- c) memiliki tutup sumur yang kuat dan rapat.

### 4. Lantai Sumur Gali

Beberapa persyaratan konstruksi lantai sumur antara lain :

- a) Lantai sumur dibuat dari tembok yang kedap air  $\pm 1,5$  m lebarnya dari dinding sumur. Dibuat agak miring dan ditinggikan 20 cm di atas permukaan tanah, bentuknya bulat atau segi empat.
- b) Lantai sumur dibuat dari pasangan bata/batu belah dipleser dengan adukan 1 PC : 2 PS atau beton tumbuk 1 PC : 3 PS : 5 kerikil.

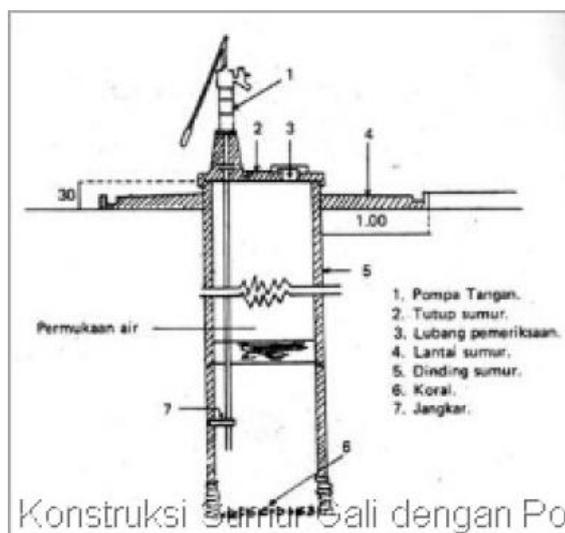
### 5. Saluran Pembuangan Air Limbah

Saluran Pembuangan Air Limbah dari sekitar sumur, dibuat dari pasangan bata dipleser adukan 1 PC : 3 PS. Panjang saluran pembuangan air limbah (SPAL) sekurang-kurangnya 10 m. Sedangkan pada sumur gali yang dilengkapi pompa,

pada dasarnya pembuatannya sama dengan sumur gali tanpa pompa, tapi air sumur diambil dengan mempergunakan pompa. Kelebihan jenis sumur ini adalah kemungkinan untuk terjadinya pengotoran akan lebih sedikit disebabkan kondisi sumur selalu tertutup. (SNI-03-2916-1992). Sumur gali dengan pompa tangan ditampilkan pada gambar 2.10.

#### 6. Kebersihan Lingkungan Sekitar Sumur

Kebersihan sekitar sumur merupakan hal yang sangat penting sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan serta menurunkan nilai estetika. Sumur dangkal adalah salah satu konstruksi yang paling umum dipergunakan untuk mengambil air tanah bagi masyarakat kecil dan rumah-rumah perorangan sebagai air minum. Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan air tanah yang relatif dekat dari tanah permukaan, oleh karena itu dengan mudah terkontaminasi melalui rembesan (Daud, 2002).



Gambar 2. 10 Sumur Gali Dengan Pompa Tangan

Sumber : <http://www.indonesian-publichealth.com/sumur-sehat/>

Penentuan persyaratan dari sumur gali di dasarkan pada hal-hal sebagai berikut :

1. Kemampuan hidup bakteri patogen selama 3 hari dan perjalanan air dalam tanah 3 meter/hari.
2. Kemampuan bakteri patogen menembus tanah secara vertikal sedalam 3 meter.

3. Kemampuan bakteri patogen menembus tanah secara horizontal sejauh 1 meter.
4. Kemungkinan terjadinya kontaminasi pada saat sumur digunakan maupun sedang tidak digunakan.
5. Kemungkinan runtuhnya tanah dinding sumur.

Adapun kelebihan dan kekurangan dari sumur gali sebagai berikut (*qhomemart, 2022*) :

#### **Kelebihan Sumur Gali :**

1. Mudah dibuat.
2. Memiliki diameter yang besar, karena sumur gali dibuat manual dengan tenaga manusia. Diameter sumur yang lebih besar dapat membuat debit air yang berada di dalam sumur menjadi semakin besar sehingga dapat mencukupi kebutuhan air sehari-hari.
3. Biaya perawatan relatif murah, tergantung penyedia jasa gali sumur, dan tidak memerlukan berbagai macam alat dan hanya menggunakan tenaga manusia.
4. Dapat diperdalam dengan mudah dan biaya pembuatan murah.

#### **Kekurangan Sumur Gali :**

1. Mudah terkontaminasi, misalnya sering sekali terjadi pencemaran air di dalamnya. Waktu hujan sumber air akan tercampur dengan bahan material yang ada disekitarnya apalagi dekat sumur gali terdapat tempat pembuangan tinja maka akan lebih mudah tercemar airnya.
2. Perlu lahan luas, sumur gali pun harus jauh dari tempat septic tank. Diameter sumur gali yang cukup besar tentunya membutuhkan ruang yang cukup.
3. Resiko keamanan, lantaran sumur gali dalam posisi terbuka, hal ini berisiko terhadap anak-anak.

### 2.5.2.2. Sumur Bor (Sumur Dalam)

Dengan cara pengeboran, lapisan air tanah yang lebih dalam ataupun lapisan tanah yang jauh dari tanah permukaan dapat dicapai sehingga sedikit dipengaruhi kontaminasi. Umumnya air ini bebas dari pengotoran mikrobiologi dan secara langsung dapat dipergunakan sebagai air minum. Air tanah ini dapat diambil dengan pompa tangan maupun pompa mesin.

Sumur bor adalah sumur yang dibuat dengan bantuan alat bor untuk memperoleh air yang berasal dari air tanah dalam. Kedalaman sumur dalam tergantung pada kondisi geologi lapisan permukaan, yaitu di bawah lapisan kedap air dan kedalaman letak akuifer yang potensial dimanfaatkan. Sumur dalam dibuat karena tidak adanya sumber lain di dalam tanah dangkal atau karena air tanah dangkal mudah tercemar. Bangunan sumur dalam dibuat untuk mendapatkan air tanah tertekan. Secara fisik kualitas air dari sumur bor umumnya baik dan sangat tergantung pada struktur geologi tanah dan kandungan bebatuan yang dilalui. Pelaksanaan pengeboran, pengoperasian, dan pemeliharaan sumur bor memerlukan tingkat keahlian yang memadai, yang tidak sembarang orang boleh melakukannya (Barkah, 2021).

Sumur bor (pompa) merupakan sumur yang berasal dari lapisan air tanah yang dilakukan pengeboran lebih dalam ataupun lapisan tanah yang jauh dari tanah permukaan yang mudah dicapai sehingga sedikit dipengaruhi kontaminasi (Suryana, 2013). Menurut Suhartono (2013), sumur bor/pompa merupakan sumur yang dibuat dengan cara pengeboran lapisan tanah yang lebih dalam sehingga sedikit dipengaruhi oleh kontaminasi. Sumur bor memiliki keunggulan dibandingkan dengan sumur biasa, antara lain adalah kedalaman yang dicapai lebih maksimal serta kualitas airnya lebih baik sehingga membuat sumur bor menjadi pilihan yang paling efisien untuk memanfaatkan air tanah secara maksimal (Wibowo, *et al*, 2014). Air sumur gali merupakan air tanah dangkal dengan kedalaman kurang dari 30 meter. Sementara sumur bor biasanya dibuat untuk mendapatkan air tanah dalam dengan menggunakan bor dan memasukkan pipa dengan panjang mencapai 100 - 300 meter. Namun, tidak menuntut kemungkinan bahwa air sumur bor dapat tercemar karena adanya *global warming*.

### **a. Tipe Sumur Bor**

Di bawah ini ada sebagian tipe sumur bor, yaitu :

#### 1. Sumur Bor Untuk Rumah

Kualitas sumur ini cocok untuk rumah atau peternakan. Jenis ini, biasanya memakai bor berdiameter 4 inch ke batuan dasar atau kerikil.

#### 2. Sumur Industri

Kualitas sumber ini sesuai untuk pelanggan yang memerlukan volume air yang besar diameter sumur ini mulai dari 6 inch dan 8 inch seperti dengan volume atau debit air yang dibutuhkan.

#### 3. Sumur Pemantauan

Tipe sumur ini, dibor untuk memantau potensi pencemaran air tanah. Air tanah di dekat daerah yang dianggap beresiko terkontaminasi.

#### 4. Sumur Pengujian

Sumur ini termasuk pemompaan air dari sumur untuk rentang waktu konstan (antara 3 dan 7 hari). Gunanya untuk mengukur hasil sumur yang lestari. Prosedur ini biasanya dikerjakan apabila tingkat aliran yang besar. Contohnya, otoritas industri, lokal, skema air kategori pribadi.

### **b. Kelebihan Sumur Bor**

Dilihat dari kelebihan air sumur bor (*Wikipedia, 2015*) :

1. Memenuhi kebutuhan air dalam jumlah banyak dan tidak mudah terkontaminasi.
2. Pemilik menjadi lebih nyaman untuk melakukan proses produksi dalam jumlah yang besar.
3. Dengan adanya kepemilikan tunggal dari sebuah sumur bor pemilik tidak perlu khawatir untuk menggunakannya kapan saja.
4. Tidak ada kekhawatiran akan mengalami kekeringan sewaktu-waktu karena sumur bor dalam dibangun melewati lapisan bawah tanah.
5. Sumur bor lebih aman secara konstruksinya karena pipa masuk ke dalam tanah.

6. Sumur bor dapat memproduksi air dalam jumlah yang besar.
7. Mendapatkan sumber air bersih yang dekat dan mudah.
8. Proses pembuatan cepat serta kedalaman sumur mudah ditentukan karena menggunakan alat.
9. Tidak membutuhkan lahan luas dan tidak perlu membayar tagihan air.
10. Air yang dihasilkan bersih dan tidak berbau, tergantung dari wilayah geografis dan kedalaman sumur yang dibuat dan debit air melimpah, karena biasanya sumber mata air dalam memiliki kandungan air yang cukup banyak.

**c. Kekurangan Sumur Bor**

1. Biaya pembuatan mahal karena menggunakan alat canggih dan dikerjakan oleh tenaga profesional dan masih membutuhkan material lainnya.
2. Pompa air yang mahal, membutuhkan pompa air untuk mengalirkan air dari sumur ke penampungan.
3. Bergantung pada listrik, untuk menghidupkan pompa. Jadi ketika listrik padam maka air tidak bisa disedot.
4. Susah dalam perawatan, hal ini karena area pipa yang sempit tidak bisa mengetahui isi dalam sumur bor yang akan beresiko sumur jadi macet.
5. Harus sering digunakan agar sumur tidak mampet.

**2.6. Kebutuhan Air Bersih**

**2.6.1. Kebutuhan Air Bersih Untuk Domestik**

Menurut Anonimus : 1990 (dalam tesis Dian Vitta Agustina Universitas Diponegoro), menyatakan bahwa kebutuhan domestik dimaksudkan adalah untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi keperluan rumah tangga yang dilakukan melalui Sambungan Rumah (SR) dan kebutuhan umum yang disediakan melalui fasilitas Hidran Umum (HU). Pada Tabel 2.2 di bawah ini menunjukkan besar debit domestik yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan domestik diperhitungkan terhadap beberapa faktor :

- a. Jumlah penduduk yang akan dilayani menurut target tahapan perencanaan sesuai dengan rencana cakupan pelayanan.
- b. Tingkat pemakaian air bersih diasumsikan tergantung pada kategori daerah dan jumlah penduduknya.

Tabel 2. 2 Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jenis Kota dan Jumlah Penduduk

No	Kategori	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pemakaian Air (ltr/hari/jiwa)
1.	Metropolitan	>1.000.000	150
2.	Kota Besar	500.000-1.000.000	120
3.	Kota Sedang	100.000-500.000	100
4.	Kota Kecil	25.000-100.000	90
5.	Ibukota Kecamatan	10.000-25.000	60
6.	Pedesaan	<10.000	50

Sumber: Anonimus, 1990 (dalam tesis Dian Vitta Agustina Universitas Diponegoro).

### 2.6.2. Kebutuhan Air Bersih Untuk Non Domestik

Menurut Anonimus : 1990 (dalam tesis Dian Vitta Agustina Universitas Diponegoro) kebutuhan air bersih non domestik dialokasikan pada pelayanan untuk memenuhi kebutuhan air bersih berbagai fasilitas sosial dan komersial yaitu fasilitas pendidikan, peribadatan, pusat pelayanan kesehatan, instansi pemerintahan dan perniagaan. Besarnya pemakaian air untuk kebutuhan non domestik diperhitungkan 20% dari kebutuhan domestik.

### 2.6.3. Kebutuhan Air Rata-Rata

Menurut Anonimus : 1990 (dalam tesis Dian Vitta Agustina Universitas Diponegoro) dalam Standar Kriteria Desain Sistem Penyediaan Air Bersih menyatakan bahwa kebutuhan rata-rata distribusi air bersih perharinya adalah jumlah kebutuhan air untuk keperluan domestik (rumah tangga) ditambahkan dengan kebutuhan air untuk keperluan non domestik. Berdasarkan Anonimus : 1990 (dalam tesis Dian Vitta Agustina Universitas Diponegoro) dalam Standar

Kriteria Desain Sistem Penyediaan Air Bersih, kebutuhan air pada hari maksimum adalah pemakaian air harian rata-rata tertinggi dalam satu tahun yang diasumsikan sebesar 110% dari kebutuhan rata-rata.

#### 2.6.4. Fluktuasi Kebutuhan Air

Jumlah pemakaian air oleh masyarakat untuk setiap waktu tidak berada dalam nilai yang sama. Aktivitas manusia yang berubah-ubah untuk setiap waktu menyebabkan pemakaian air selama satu hari mengalami perubahan naik dan turun atau dapat disebut berfluktuasi.

Fluktuasi pemakaian air terbagi menjadi dua jenis yaitu :

a. Faktor hari maksimum.

Pemakaian hari maksimum merupakan jumlah pemakaian air terbanyak dalam satu hari selama satu tahun. Debit pemakaian hari maksimum digunakan sebagai acuan dalam membuat sistem transmisi air bahan baku air minum. Perbandingan antara debit pemakaian hari maksimum dengan debit rata-rata akan menghasilkan faktor maksimum ( $f_m$ ).

b. Pemakaian jam puncak.

Jam puncak merupakan jam dimana terjadi pemakaian air terbesar dalam 24 jam. Faktor jam puncak ( $f_p$ ) mempunyai nilai yang berbalik dengan jumlah penduduk. Semakin tinggi jumlah penduduk maka besarnya faktor jam puncak akan semakin kecil. Hal ini terjadi karena dengan bertambahnya jumlah penduduk maka aktivitas penduduk tersebut juga akan semakin beragam sehingga fluktuasi pemakaian akan semakin kecil.

Tabel 2. 3 Nilai Faktor Hari Maksimum dan Faktor Jam Puncak

No	Kategori	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Faktor Hari Maksimum	Faktor Jam Puncak
1.	Metropolitan	>1.000.000	1,1	1,5
2.	Kota Besar	500.000-1.000.000	1,1	1,5
3.	Kota Sedang	100.000-500.000	1,1	1,5
4.	Kota Kecil	25.000-100.000	1,1	1,5

5.	Ibukota Kecamatan	10.000-25.000	1,1	1,5
6.	Pedesaan	<10.000	1,1	1,5

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Cipta Karya, 1998 (dalam tesis Dian Vitta Agustina Universitas Diponegoro)

Berdasarkan tabel di atas, maka untuk mencari kuantitas air di dapat rumus sebagai berikut : (Jumlah KK x Rata-Rata Perjiwa x Perliter Air Harian) dengan satuan liter/hari.

Koefisien Manning (n) untuk aliran pipa adalah 0,012. Dengan ketentuan rumus sebagai berikut :

Menghitung jari-jari hidrolis dengan rumus  $R = A/P$

Kecepatan Aliran Pipa :  $V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$

Menghitung Debit :  $Q = V \times A$

Waktu Aliran :  $\text{Volume/debit}$

Volume Pipa :  $V = Q/A$

## 2.7. Standar Kualitas Air Bersih

Kualitas air adalah karakteristik mutu yang dibutuhkan dalam pemanfaatan air sesuai dengan yang diperuntukannya (Purnomo, *et al*, 2013). Kualitas air dilihat melalui karakteristik air yang sesuai dengan kebutuhan dan pemakaian air tersebut, misal air minum, perikanan, pengairan atau irigasi, industri, rekreasi dan sebagainya (Istipsaroh, 2016). Selain itu, kualitas air harus memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak (Ahmad, 2006).

Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan parameter yang harus diperiksa secara berkala sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan, sedangkan parameter tambahan hanya diwajibkan untuk diperiksa jika kondisi geohidrologi mengindikasikan adanya potensi pencemaran berkaitan dengan parameter tambahan. Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi tersebut digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat

gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum (Permenkes RI, 2017).

Tabel 2. 4 Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	Kekeruhan	NTU	25
2.	Warna	TCU	50
3.	Zat padat terlarut ( <i>Total Dissolved Solid</i> )	mg/l	1000
4.	Suhu	°C	suhu udara ± 3
5.	Rasa		tidak berasa
6.	Bau		tidak berbau

Sumber : (Permenkes RI, 2017)

Tabel 2. 5 Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	Total coliform	CFU/100ml	50
2.	E. coli	CFU/100ml	0

Sumber : (Permenkes RI, 2017)

Tabel 2. 6 Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Wajib			
1.	pH	mg/l	6,5 - 8,5
2.	Besi	mg/l	1
3.	Fluorida	mg/l	1,5
4.	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	500
5.	Mangan	mg/l	0,5
6.	Nitrat, sebagai N	mg/l	10
7.	Nitrit, sebagai N	mg/l	1
8.	Sianida	mg/l	0,1

9.	Deterjen	mg/l	0,05
10.	Pestisida total	mg/l	0,1
Tambahan			
1.	Air raksa	mg/l	0,001
2.	Arsen	mg/l	0,05
3.	Kadmium	mg/l	0,005
4.	Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05
5.	Selenium	mg/l	0,01
6.	Seng	mg/l	15
7.	Sulfat	mg/l	400
8.	Timbal	mg/l	0,05
9.	Benzene	mg/l	0,01
10.	Zat organik (KMNO4)	mg/l	10

Sumber : (Permenkes RI, 2017)

## 2.8. Parameter Kualitas Air Minum

Untuk menjamin bahwa dalam sistem penyediaan air minum adalah aman, *hygienis*, dan baik serta dapat diminum tanpa kemungkinan dapat menginfeksi para pemakai air maka harus memenuhi persyaratan kualitas.

Air minum yang ideal seharusnya jernih, tidak berwarna, tidak berasa. Air minum pun seharusnya tidak mengandung kuman pathogen dan segala makhluk yang membahayakan kesehatan manusia. Tidak mengandung zat kimia yang membahayakan fungsi tubuh. Air itu seharusnya tidak korosif, tidak meninggalkan endapan pada seluruh jaringan distribusinya.

Atas dasar pemikiran tersebut dibuat standar air minum yaitu suatu peraturan yang memberi petunjuk tentang konsentrasi berbagai parameter yang sebaiknya diperbolehkan ada di dalam air minum agar tujuan penyediaan air bersih dapat tercapai. Standar demikian akan berlainan dari negara ke negara, tergantung pada keadaan sosio-kultural termasuk kemajuan teknologi suatu negara. Negara dengan keadaan ekonomi lebih rendah dan teknologi juga rendah, maka biasanya kesehatannya juga rendah. Di negara tersebut biasanya standar air minum pun tidak ketat, karena kemampuan mengolah air (teknologi) masih belum canggih dan masyarakat belum mampu membeli air yang harus diolah secara canggih yang tentunya juga mahal.

Untuk negara berkembang seperti di Indonesia, perlu di dapatkan cara-cara pengolahan ataupun pengelolaan air yang relatif murah (teknologi tepat guna), sehingga kualitas air yang dikonsumsi masyarakat dapat dikatakan baik atau memenuhi standar internasional, tetapi terjangkau oleh masyarakatnya. Akan tetapi, dari manapun asalnya suatu standar, parameternya selalu dibagi dalam beberapa bagian, antara lain :

### **2.8.1. Parameter Fisika**

#### **2.8.1.1. Suhu**

Suhu merupakan kondisi air yang berasal dari pengaruh sirkulasi udara, iklim, cuaca, dan kedalaman badan air. Suhu dalam air memberikan pengaruh pada ekosistem organisme seperti alga dan ikan, suhu yang baik bagi pertumbuhan organisme yaitu 20°C hingga 30°C. Penambahan suhu dalam suatu perairan dapat mempengaruhi reaksi kimia dan evaporasi. Peningkatan suhu mengakibatkan penurunan kadar oksigen dalam air, suhu normal pada air yaitu 25°C rata-rata suhu yang normal dapat mengurangi keadaan larutan zat kimia pada jaringan pipa dan menghambat laju reaksi biokimia. Apabila suhu yang tinggi di atas normal menyebabkan kandungan oksigen dalam air berkurang. Adanya pengaruh fisika, kimia, dan biologi dalam air juga mempengaruhi suhu air (Effendy, 2003). Jadi suhu air sebaiknya sejuk atau tidak panas terutama agar tidak terjadi pelarutan zat kimia yang ada pada saluran/pipa yang dapat membahayakan kesehatan.

#### **2.8.1.2. Kekeruhan**

Kekeruhan merupakan sifat fisik optik air yang timbul karena cahaya yang berasal dari bahan organik dan anorganik. Sebagai contoh kekeruhan bahan yang terkandung dalam air, berupa pasir serta lumpur yang terkandung dalam air. Selain itu kekeruhan juga berasal dari kandungan zat padat berupa partikel kecil yang bersifat organik dari lapukan bangkai hewan, ranting batang tanaman, senyawa anorganik yang berasal dari lapukan logam dan pecahan bebatuan. Standar baku mutu air bersih 25 NTU kekeruhan pada air dinyatakan satuan unit

turbiditas semakin tinggi padatan dalam air maka nilai kekeruhan air tinggi (Effendy, 2003).

Demikian pula dengan alga yang berkembang biak akan menambah kekeruhan air. Air yang keruh juga akan membentuk deposit pada pipa-pipa, ketel, dan peralatan lainnya. Kekeruhan pada air merupakan satu hal yang harus dipertimbangkan dalam penyediaan air bagi umum, mengingat bahwa kekeruhan tersebut akan mengurangi segi estetika, menyulitkan dalam usaha penyaringan, dan akan mengurangi efektivitas usaha desinfeksi. Tingkat kekeruhan air dapat diketahui melalui pemeriksaan laboratorium dengan metode Turbidimeter. Untuk standard air bersih kekeruhan yang diperbolehkan maksimum 25 NTU dan  $\leq 5$  NTU untuk standar air minum. Semakin keruh air semakin tinggi daya hantar listrik dan semakin banyak pula padatannya.

#### **2.8.1.3. Bau**

Penyebab bau dalam air yakni berasal dari jenis senyawa yang terdapat dalam air seperti  $H_2S$  hidrogen sulfida yang terbentuk karena lingkungan anaerob (Nuraisa, 2018). Penyebab bau dalam air yakni masuknya benda padat dan kontaminan ke dalam air berupa bangkai binatang, limbah cair, proses penguraian senyawa organik bakteri. Proses dekomposisi senyawa organik oleh bakteri menghasilkan efek gas berbau tajam dan menyengat. Dekomposisi zat organik mempunyai efek peningkatan penggunaan oksigen terlarut di air (*Biological Oxygen Demand*) oleh bakteri dan mengurangi kuantitas oksigen pada air (Majid, 2019). Air minum yang berbau selain tidak estetik juga tidak akan disukai oleh masyarakat. Bau air dapat memberi petunjuk akan kualitas air. Misalnya, bau amis dapat disebabkan oleh tumbuhnya alga. Untuk standard air minum dan air bersih diharapkan air tidak berbau dan tidak berasa.

#### **2.8.1.4. Rasa**

Rasa dalam kandungan air yakni disebabkan oleh kehadiran kandungan dari berbagai logam (besi, tembaga dan mangan) serta salinitas yang menyebabkan rasa pada air. Air berasa dapat diindikasikan hasil senyawa

organisme yakni mikroalga dan bakteri, kontaminasi limbah dalam bentuk padat serta limbah cair dari rumah tangga. Rasa yang timbul pada air berkaitan dengan bau pada air dapat diketahui melalui indera pengecap yakni lidah (Majid, 2019). Air minum biasanya tidak memberi rasa atau tawar. Air yang tidak tawar dapat menunjukkan kehadiran berbagai zat yang dapat membahayakan kesehatan. Efeknya tergantung pada penyebab timbulnya rasa tersebut.

#### **2.8.1.5. Zat Padat Terlarut**

Zat padat terlarut atau *Total Dissolved Solid* merupakan padatan dari senyawa organik, anorganik, garam, dan mineral dalam kandungan air yang larut. Dalam air tanah dan air sungai yang terdapat pada daerah pesisir kandungan zat padat terlarut terdapat kolerasi dengan salinitas yang berdampak pada tingginya kadar zat padat terlarut. Bentuk ukuran padatan zat padat terlarut yakni diameter  $<10^{-6}$  mm dapat diketahui apabila padatan tidak tersaring oleh kertas saring diameter 0,45  $\mu\text{m}$ . Jumlah TDS yang tinggi disebabkan oleh berbagai batu yang lama melapuk, limpasan tanah, dan pengaruh limbah dari aktivitas manusia yang larut dalam perairan (Effendy, 2003). Nilai TDS yang tinggi diindikasikan terdapat padatan pupuk kimia, pestisida kegiatan pertanian, dan kotoran peternakan air yang mengandung ion-ion dari sumber pencemar seperti sisa limpasan pestisida dan tinja hewan menyumbang TDS yang tinggi (Mastika, 2017).

Bila TDS bertambah maka kesadahan akan naik pula. TDS ditentukan dengan cara pemanasan secara perlahan-lahan dan penguapan sejumlah kecil air sampel (50-100 ml), kemudian sisa garam kering ditimbang. Hasilnya dinyatakan sebagai mg/l atau ppm.

#### **2.8.1.6. Warna**

Warna di dalam air terbagi dua, yakni warna semu (*apparent color*) adalah warna yang disebabkan oleh partikel-partikel penyebab kekeruhan (tanah, pasir, dll), partikel halus besi, mangan, partikel-partikel mikroorganisme, warna industri, dan lain-lain. Yang kedua adalah warna sejati (*true color*) adalah warna

yang berasal dari penguraian zat organik alami, yakni humus, lignin, tanin dan asam organik lainnya.

Penghilangan warna secara teknik dapat dilakukan dengan berbagai cara. Diantaranya : koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, oksidasi, reduksi, bioremoval, terapan elektro, dsb. Tingkat zat warna air dapat diketahui melalui pemeriksaan laboratorium dengan metode fotometrik. Untuk standard air bersih diharapkan zat warna  $\leq 50$  TCU dan untuk standar air minum maksimum 15 TCU kandungan zat warna.

## **2.8.2. Parameter Kimia**

### **2.8.2.1. Derajat Keasamaan**

Derajat keasaman merupakan indikator asam dan basa dalam kandungan air apabila pH di bawah 6,5 maka kandungan air bersifat asam serta di atas 8,5 air bersifat basa pH air yang normal yaitu netral 6,5 hingga 8,5. Berikut penggolongan nilai pH:

- a. pH 8 hingga 14 : Bersifat basa
- b. pH 0 hingga 6 : Bersifat asam

Semakin tinggi nilai pH maka alkalinitas tinggi sedangkan nilai pH rendah maka bersifat asam. pH yang bersifat netral, tidak berdampak pada pipa penyalur air bersih dan tidak berdampak negatif pada pengguna. Air minum sebaiknya netral, tidak asam/basa, untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi jaringan distribusi air minum. pH standar untuk air bersih sebesar 6,5 – 9. Air adalah bahan pelarut yang baik sekali, jika dibantu dengan pH yang tidak netral, dapat melarutkan berbagai elemen kimia yang dilaluinya.

### **2.8.2.2. Kesadahan**

Air yang bersifat sadah mengandung adanya ion logam valensi seperti magnesium, besi, mangan, dan kalsium. Air sadah menyebabkan berkurangnya busa sabun cuci dan menimbulkan kerak pada jaringan pipa distribusi kesadahan pada perairan berasal dari bebatuan dan tanah yang terlarut dalam air. Kandungan

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  dan  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  sebagai mineral garam penyebab air menjadi sadah (Jafar Kilo, 2018).

Sifat sadah pada air tanah karena terdapat ion-ion kalsium  $\text{Ca}^{2+}$ , magnesium  $\text{Mg}^{2+}$ , dan hadirnya ion dari golongan *polyvalent metal* (logam dengan valensi banyak) contohnya yakni Al (aluminium), Fe (besi), Mn (mangan), Sr (serenium) dan Zn (seng) ion tersebut dapat menyerupai klorida dan bikarbonat merupakan jumlah yang sedikit. Air tanah yang mengandung sifat sadah dijumpai pada lokasi yang masih memanfaatkan sumber air tanah/sumur dengan karakteristik lapisan bawah tanah yang mengandung kadar deposit garam mineral, bebatuan yang mengandung zat kapur, dan kalsium berpengaruh pada lapisan akuifer air tanah (Budiman, 2007). Berikut tingkatan kadar kesadahan ditunjukkan pada tabel 2.7.

Tabel 2. 7 Klasifikasi Tingkat Kesadahan Air

No	Klasifikasi tingkat kesadahan	Besaran kesadahan
1.	air bersifat lunak	0-50 mg/L
2.	air bersifat menengah	50-150 mg/L
3.	air bersifat keras	150-300 mg/L
4.	air bersifat sangat keras	>300 mg/L

Sumber : Idaman Said (2008)

### 2.8.2.3. Besi (Fe)

Kadar besi merupakan senyawa dengan ciri bewarna perak. Indikator adanya besi dalam air yakni menimbulkan berasa logam, bewarna kuning, mengendap pada dinding kamar mandi hingga pipa, dan menimbulkan keruh. Dalam tubuh manusia besi sebagai pembentuk hemaglobin (Hb) darah untuk menyuplai oksigen. Kadar besi yang berlebihan dalam organ tubuh tidak dapat mengekresikan berdampak pada kulit menjadi hitam karena akumulasi besi (Fe) meskipun kadar besi diperlukan oleh tubuh, apabila melebihi dosis dapat merusak saluran pencernaan, dan menimbulkan penyakit paru-paru (Siahaan, 2019).

Adapun sifat besi (Fe) yakni besi pada perairan terlarut sebagai  $\text{Fe}^{2+}$  (Ferro) atau  $\text{Fe}^{3+}$  (Ferri). Fisik kandungan besi tersuspensi sebagai butir koloidal

(diameter  $<1 \mu\text{m}$ ). Kandungan besi dapat tercampur dengan zat organik atau zat padat seperti tanah liat. Kondisi air yang tidak terdapat senyawa oksigen  $\text{O}_2$ . Pada air tanah, besi berada sebagai  $\text{Fe}^{2+}$  yang cukup dapat terlarut, sedangkan pada air sungai yang mengalir dan terjadi aerasi,  $\text{Fe}^{2+}$  teroksidasi menjadi  $\text{Fe}^{3+}$  yang sulit larut pada pH 6 sampai 8 (kelarutan hanya di bawah beberapa mg/l), bahkan dapat menjadi ferihidroksida  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , atau salah satu jenis oksida yang merupakan zat padat dan bisa mengendap.

#### **2.8.2.4. Mangan**

Mangan merupakan senyawa logam dengan karakteristik warna abu keperakan yang berasal dari unsur golongan VII B. Senyawa mangan pada perairan terdapat pada kondisi oksigen yang sedikit. Dalam konsentrasi yang tinggi kadar oksigen terlarut tergolong rendah, jika kadar oksigen rendah maka kadar  $\text{CO}_2$  relatif tinggi sehingga proses oksidasi  $\text{Mn}^{2+}$  menjadi  $\text{MnO}_2$  yang tidak larut dalam air cenderung sukar terjadi. Hal ini menyebabkan kadar logam Mn total yang terukur pada sampel menjadi tinggi. Umumnya air di alam mengandung Mn disebabkan adanya kontak langsung antara air tersebut dengan lapisan tanah yang mengandung Mn. Adanya mangan dalam jumlah yang berlebih dalam air dapat menimbulkan berbagai masalah diantaranya adalah tidak enaknyanya rasa air minum, dapat menimbulkan endapan (Yunus, dkk., 2020).

#### **2.8.2.5. Klorida (Cl)**

Kadar klorida umumnya meningkat seiring dengan meningkatnya kadar mineral. Kadar klorida yang tinggi, yang diikuti oleh kadar kalsium dan magnesium yang juga tinggi, dapat meningkatkan sifat *korosivitas* air. Hal ini mengakibatkan terjadinya perkaratan peralatan logam. Kadar klorida  $> 250 \text{ mg/l}$  dapat memberikan rasa asin pada air karena nilai tersebut merupakan batas klorida untuk suplai air, yaitu sebesar  $250 \text{ mg/l}$  (Effendi, 2003).

#### **2.8.2.6. Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dan Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ )**

Nitrit merupakan turunan dari amonia. Dari amonia ini, oleh bantuan bakteri *Nitrosomonas* sp, diubah menjadi nitrit. Nitrit biasanya tidak bertahan lama dan biasanya merupakan keadaan sementara proses oksidasi antara amonia dan nitrat. Keadaan nitrit menggambarkan berlangsungnya proses biologis perombakan bahan organik dengan kadar oksigen terlarut sangat rendah. Kadar nitrit pada perairan relatif kecil karena segera dioksidasi menjadi nitrat.

#### **2.8.2.7. Kebutuhan Oksigen Biokimia ( $\text{BOD}_5$ )**

Pengukuran BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk atau rata-rata industri, dan untuk mendesain sistem-sistem pengolahan biologis bagi air yang tercemar tersebut. Semakin banyak kandungan BOD maka, jumlah bakteri semakin besar. Tingginya kadar BOD dalam air menunjukkan kandungan zat lain juga kadarnya besar secara otomatis air tersebut dikategorikan tercemar.

#### **2.8.2.8. Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)**

COD merupakan jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimiawi.

#### **2.8.2.9. Oksigen Terlarut (DO)**

DO (*Dissolved oxygen*). DO adalah kadar oksigen terlarut dalam air. Penurunan DO dapat diakibatkan oleh pencemaran air yang mengandung bahan organik sehingga menyebabkan organisme air terganggu. Semakin kecil nilai DO dalam air, tingkat pencemarannya semakin tinggi. DO penting dan berkaitan dengan sistem saluran pembuangan maupun pengolahan limbah.

#### **2.8.2.10. Fluorida (F)**

Sumber fluorida di alam adalah fluorspar ( $\text{CaF}_2$ ), cryolite ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ), dan fluorapatite. Keberadaan fluorida juga dapat berasal dari pembakaran batu bara. Fluorida banyak digunakan dalam industri besi baja, gelas, pelapisan logam,

aluminium, dan pestisida. Sejumlah kecil fluorida menguntungkan bagi pencegahan kerusakan gigi, akan tetapi konsentrasi yang melebihi kisaran 1,7 mg/liter dapat mengakibatkan pewarnaan pada enamel gigi, yang dikenal dengan istilah *mottling*. Kadar yang berlebihan juga dapat berimplikasi terhadap kerusakan pada tulang.

#### **2.8.2.11. Seng (Zn)**

Kelebihan seng (Zn) hingga dua sampai tiga kali AKG menurunkan absorpsi tembaga. Kelebihan sampai sepuluh kali AKG mempengaruhi metabolisme kolesterol, mengubah nilai lipoprotein, dan tampaknya dapat mempercepat timbulnya aterosklerosis. Dosis konsumsi seng (Zn) sebanyak 2 gram atau lebih dapat menyebabkan muntah, diare, demam, kelelahan yang sangat, anemia, dan gangguan reproduksi. Suplemen seng (Zn) bisa menyebabkan keracunan, begitupun makanan yang asam dan disimpan dalam kaleng yang dilapisi seng (Zn) (Almatsier, 2001). Di dalam air minum akan menimbulkan rasa kesat.

#### **2.8.2.12. Sulfat (SO<sub>4</sub>)**

Sulfat merupakan senyawa yang stabil secara kimia karena merupakan bentuk oksida paling tinggi dari unsur belerang. Sulfat dapat dihasilkan dari oksida senyawa sulfida oleh bakteri. Sulfida tersebut adalah antara lain sulfida metalik dan senyawa organosulfur. Sebaliknya oleh bakteri golongan heterotrofik anaerob, sulfat dapat direduksi menjadi asam sulfida. Secara kimia sulfat merupakan bentuk anorganik daripada sulfida di dalam lingkungan aerob.

Sulfat di dalam lingkungan (air) dapat berada secara ilmiah dan atau dari aktivitas manusia, misalnya dari limbah industri dan limbah laboratorium. Selain itu dapat juga berasal dari oksidasi senyawa organik yang mengandung sulfat adalah antara lain industri kertas, tekstil dan industri logam.

#### 2.8.2.13. Zat Organik (KMnO<sub>4</sub>)

Kandungan bahan organik dalam air secara berlebihan dapat terurai menjadi zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan. Macam-macam zat organik yang merupakan indikator umum bagi pencemaran :

- a. CO<sub>2</sub>, dapat merusak pipa dan dapat melarutkan logam.
- b. Calcium (Ca)

Pada dasarnya Calcium dibutuhkan oleh tubuh, akan tetapi dalam jumlah yang terlalu sedikit atau terlalu banyak dapat menimbulkan gangguan kesehatan.

- c. Magnesium (Mg)

Mg ialah salah satu unsur yang menimbulkan kesadahan dan menyebabkan adanya rasa pada air. Kelebihan unsur ini dapat menimbulkan depresi susunan syaraf pusat dan otot-otot.

- d. Amonia

Amonia adalah penyebab iritasi dan korosi, meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme, dan mengganggu proses desinfeksi dengan khlor.

#### 2.8.2.14. Tembaga (Cu)

Tembaga sebetulnya diperlukan bagi perkembangan tubuh manusia. Tetapi, dalam dosis tinggi dapat menyebabkan gejala muntaber, pusing kepala, lemah, anemia, koma, dan dapat meninggal. Dalam dosis rendah menimbulkan rasa kesat, warna, dan korosi pada pipa sambungan, dan peralatan dapur.

#### 2.8.2.15. Kimia Organik

- a. *Chlordane*

*Chlordane* adalah insektisida, tergolong hidrokarbon terchlorinasi dan seringkali di dapat sebagai pencemar air.

- b. *Chloroform* juga merupakan hidrokarbon terchlorinasi. Dapat menimbulkan iritasi, dilatasi pupil, merusak hepar, jantung, dan ginjal.

### 2.8.3. Parameter Biologi

Uji biologi merupakan uji yang digunakan untuk mengetahui jumlah total mikroorganisme dalam sampel air. Berbagai jenis mikroorganisme dapat tumbuh di air, namun kualitas air bersih yang disebabkan oleh limbah domestik dan industri dapat dianalisis dengan adanya bakteri total *coliform* dan bakteri *Escherichia coli* pada tanah yang menunjukkan aktivitas manusia mempunyai pengaruh terhadap kualitas air tanah (Widiyanto, 2015).

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengetahui kualitas air dari sudut biologi adalah metode *Total Plate Count* (TPC). *Total Plate Count* (TPC) merupakan metode untuk menunjukkan jumlah mikroba yang ada di dalam air dengan cara menghitung koloni bakteri yang ditimbulkan pada media agar (Yunita, et al, 2015)

#### 2.8.3.1. Total Koliform

Bakteri Total koliform merupakan jenis bakteri yang diindikasikan hadirnya polutan kotoran makhluk hidup. Bakteri total koliform terdapat mikroba bersifat enteropatogenik dan toksigenik menyebabkan penyakit saluran pencernaan. Bakteri total koliform digolongkan menjadi dua jenis golongan, yakni dari golongan koliform fekal, berjenis *Esherichia Coli* bersumber dari kotoran tinja manusia dan hewan, golongan koliform nonfekal, berjenis *Aerobacter* dan *Klebsiella* yang bersumber dari hewan atau tanaman yang telah mati. (Pakpahan, dkk., 2015). Adanya bakteri total koliform diindikasikan bahwa air yakni tercemar mikroba apabila air yang mengandung bakteri digunakan secara terus menerus dapat menimbulkan penyakit pada kulit, diare dan muntaber. Kontaminasi bakteri total koliform pada air sumur berasal dari rembesan septic tank yang terlalu dekat dengan sumber air tanah di bawah 10 meter. Jarak sumber air tanah yang dekat dengan septic tank menimbulkan berkembang biaknya bakteri yang menyebabkan penyakit yang ditularkan melalui kontak air.

#### **2.8.4. Parameter Radioaktivitas**

Apapun bentuk radioaktivitas, efeknya adalah sama yaitu menimbulkan kerusakan pada sel. Kerusakan dapat berupa kematian, dan perubahan komposisi genetik. Perubahan genetik dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker. Parameter radioaktivitas yang dimaksud antara lain :

1. Sinar Alpha

Karena tidak mempunyai daya tembus, maka efek yang terjadi biasanya bersifat lokal. Apabila tertelan lewat minuman, maka dapat terjadi kerusakan pada sel-sel saluran pencernaan.

2. Sinar Beta

Sinar beta dapat menembus kulit, dalamnya tergantung pada aktivitasnya. Dengan demikian, kerusakan yang terjadi dapat lebih luas dan lebih mendalam dari pada sinar alpha.

#### **2.9. Persyaratan Kuantitas (Debit)**

Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kebutuhan daerah dan jumlah penduduk yang akan dilayani. Persyaratan kuantitas juga dapat ditinjau dari standar debit air bersih yang dialirkan ke konsumen sesuai dengan jumlah kebutuhan air bersih.