

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air

1. Pengertian air

Dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.2 tahun 2023 dinyatakan bahwa yang dimaksud dengan air adalah 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 diwajibkan untuk diperiksa jika tambahan kondisi hanya geohidrologi mengindikasikan adanya potensi pencemaran berkaitan dengan parameter tambahan. (Permenkes No. 2 Tahun 2023).

Air merupakan bagian dari kehidupan kita, diantaranya dimanfaatkan untuk berbagai keperluan rumah tangga, menjaga kesehatan, dan untuk kelangsungan hidup. Meskipun sumber daya air secara geofisik dikatakan melimpah, hanya sebagian kecil saja yang bisa dimanfaatkan secara langsung. Seiring bertambahnya penduduk dan eskalasi semakin kritisnya suplai air, sementara permintaan terus meningkat. Karena air merupakan salah satu kebutuhan vital manusia, sehingga ketersediaan dan keberadaan sumber air mestinya dapat dijaga dan terhindar dari pencemaran. (Oviantari, 2011).

Adapun beberapa pengertian air menurut beberapa ahli adalah sebagai

berikut, Menurut Sudarmadji (2007), air merupakan ikatan kimia yang terdiri dari 2 atom hidrogen dan 1 atom oksigen (H_2O), ia dapat berbentuk gas cair maupun padat. Air sering dianggap murni hanya terdiri dari H_2O , tetapi pada kenyataannya di alam tidak pernah dijumpai air yang sedemikian murni, meskipun air hujan.

Berdasarkan Sayyid Quthb (2005), air merupakan dasar bagi sebuah kehidupan sehingga keberadaannya selalu dicari oleh setiap manusia. Hefni Effendi tokoh ini memiliki pendapat berbeda mengenai air. Menurutnya, air merupakan salah satu sumber energi gerak dalam kehidupan. Eko budi kuncoro (2003) memiliki pandangan yang berbeda lagi dengan kedua tokoh ahli di atas. Menurutnya, pengertian air adalah senyawa kimia sederhana yang memiliki 1 atom oksigen dan 2 atom hidrogen dimana si atom hidrogen memiliki kekuatan untuk menentang atom luar yang memecah ikatan tersebut.

Bumi tempat kita hidup ternyata merupakan satu-satunya planet dalam sistem tata surya yang sebagian besar wilayahnya didominasi oleh wilayah perairan, baik dalam bentuk padat (lembaran-lembaran salju dan es), cair, maupun bentuk gas (uap air). Berdasarkan hasil pengamatan para ahli, hampir $\frac{3}{4}$ bumi tertutup oleh air, baik yang terletak di kawasan darat dalam bentuk air permukaan (sungai, danau, rawa, laut), dan air tanah, ataupun di atmosfer dalam bentuk uap air. Jumlah total air di bumi termasuk cairan, gas dan es sekitar 336 juta milikubik ($1,4 \text{ miliar km}^3$), dan sebanyak 97,2% berada di samudera.

Tabel 2.1 Distribusi air di bumi

No	Janis bentang perairan	Persentase
1	Bentang peariran laut (air asin)	97,20
2	Bentang perairan darat (air tawar) sekitar 2,80% terdiri atas:	
	a. Lembaran es dan gletser	2,15
	b. Air tanah artesis	0,62
	c. Danau air tawar	0,009
	d. Danau air asin (danau garam)	0,008
	e. Air tanah freatik	0,005
	f. Air di atmosfer (uap air)	0,001
	g. Sungai	0,0001

(Sumber: Strahler, A.N, 1970)

Semua makhluk hidup, baik manusia, hewan, serta tumbuhan, akan mati jika tidak ada air. Air biasanya digunakan untuk minum, mencuci, membersihkan, memasak, bercocok tanam/bertani serta banyak hal lainnya. Rata-rata seseorang membutuhkan sekitar 150-250 galon air setiap hari. Bahkan porsi penggunaan air bisa lebih besar jika digunakan oleh industri untuk membangkitkan listrik, produksi barang, serta sarana pengangkutan orang dan barang.

2. Sifat sifat air

Secara umum air memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

- a. Air yang tenang selalu datar permukaannya
- b. Air memiliki gaya tekan ke segala arah
- c. Air dapat melarutkan zat tertentu
- d. Air memiliki massa jenis satu, karena setiap satuan sentimeter kubiknya menghasilkan satu gram, atau setiap satuan desimeter kubiknya menghasilkan massa sebesar satu kilogram;

- e. Air dapat berubah wujud akibat pengaruh suhu lingkungannya

3. karakteristik air

Parameter fisika yang diukur mengacu pada PERMENKES RI Nomor 2 tahun 2023 tentang persyaratan kualitas air minum. Penurunan kualitas air dapat diindikasikan dengan adanya peningkatan kadar pengencer pada peningkatan kadar parameter fisika terukur misalnya padapeningkatan kadar parameter warna air menjadi kecoklatan hingga hitam dapat mengindikasikan adanya kandungan bahan kimia seperti logam besi, mangan dan sianida yang berasal dari pembuangan limbah pabrik, Air yang memiliki bau yang tidak enak, mengindikasikan salah satunya adanya pencemaran oleh bakteri *E.coli* tinja (col) yang dapat menyebabkan penyakit tipes. Jika air telah tercemar dengan logam berat dan bakteri *E.coli*, maka secara otomatis air tersebut akan memiliki rasa (Handayani, 2010).

Salah satu parameter yang harus diukur untuk menentukan kualitas air adalah parameter fisika. Beberapa parameter fisika yang digunakan untuk menentukan kualitas air meliputi warna, bau, rasa, TDS, daya hantar listrik (DHL), dan kekeruhan yang diuraikan sebagai berikut:

a. Warna, bau, rasa

Warna merupakan estetika dalam air yang sering menjadi pertimbangan. Namun sangat penting untuk dapat membedakan antara warna asli air akibat zat-zat yang tersuspensi. Banyak konsumen dan pihak industri yang menolak penggunaan air yang warnanya mencolok karena estetika. Warna juga dapat diakibatkan adanya kekeruhan ditandai dengan adanya partikel tanah liat lempung, limbah rumah tangga bahkan penanda adanya mikroorganisme dalam

jumlah besar. Material berupa koloid juga menyebabkan air menjadi keruh sehingga kurang menarik dan mungkin bisa berbahaya (Sucipto, 2019).

Perubahan tersebut disebabkan adanya buangan dalam proses kimia atau dari degradasi senyawa organik larut di air. Namun air yang jernih bukan berarti bebas dari pencemar, ada juga buangan dari industri yang tidak berwarna sehingga tidak terlihat berbahaya, padahal terdapat bahan pencemar (Nitumorang, 2017). Asal bau bisa dari gas ataupun senyawa kimia dari buangan industri. Degradasi limbah rumah tangga dengan senyawa organik juga dapat menimbulkan gas bau karena adanya proses perubahan senyawa yang mengandung belerang dan nitrogen menjadi gas berbau. Air juga dapat berubah kadar rasanya. Perubahan terjadi akibat melarutnya garam menjadi ion berbentuk kation dan anion. Biasanya perubahan rasa akan mempengaruhi Ph. Air yang baik untuk minum adalah air yang tidak memiliki rasa. Warna dan bau merupakan faktor fisik yang berhubungan dengan kandungan air, antara lain berkaitan dengan kandungan TSS dan BOD. (Situmorang, 2017).

b. Suhu

Suhu dapat mengidentifikasi sumber air pasokan. Suhu berhubungan langsung dengan salinitas, penyerapan toksik dan oksigen terlarut (DO) Suhu berbanding terbalik dengan oksigen terlarut. Peningkatan suhu air akan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut yang berbahaya bagi kehidupan air, Suhu air juga berbanding terbalik dengan kualitas air. Semakin tinggi suhu air mengakibatkan semakin rendahnya kualitas air. Semakin rendah suhu air mengakibatkan semakin tinggi kualitas air. Suhu dapat mempengaruhi tingkat oksigen terlarut (DO) dan nilai pH. Suhu dapat berubah akibat cuaca, pembuangan

air pendingin, aliran air tanah ke aliran, penampungan, dan lain-lain (Obade, 2018).

c. Total dissolved Solid (FDS)

Total Dissolved Solid (TDS) atau Padatan Terlarut mengacu pada setiap mineral, garam, logam, kation atau anion yang terlarut dalam air. Ini mencakup apa pun yang ada dalam air selain molekul air murni (H₂O) dan limbah padat. Limbah padat adalah partikel atau zat yang tidak larut dan tidak menetap dalam air, seperti bulir kayu dan sebagainya. Secara umum, total konsentrasi padatan terlarut adalah jumlah antara ion kation (bermuatan positif) dan anion (bermuatan negatif) dalam air. Total Dissolved Solid juga merupakan bahan terlarut dengan diameter kurang dari 10⁻⁶ mm serta koloid berdiameter 10⁻⁶-10⁻³ mm didalamnya ada senyawa kimia serta bahan lain tertinggal/ tak tersaring di kertas saring berukuran diameter 0,45µm, TDS dipengaruhi limpasan tanah, pelapukan batuan dan adanya pengaruh antropogenik (industri serta domestik) (Effendi, 2003).

d. Daya hantar listrik (DHL)

Daya hantar listrik (DHL) merupakan kemampuan suatu cairan untuk menghantarkan arus listrik atau disebut juga konduktivitas. DHL pada air merupakan ekspresi numerik yang menunjukkan kemampuan suatu larutan untuk menghantarkan arus listrik. Oleh karena itu, semakin banyak garam- garam terlarut yang dapat terionisasi, semakin tinggi pula nilai DHL. Besarnya nilai DHL bergantung kepada kehadiran ion-ion anorganik, valensi, suhu, serta konsentrasi total maupun relatifnya. Penggunaan DHL sebagai parameter kualitas air bertujuan untuk mengukur kemampuan ion-ion dalam air untuk

menghantarkan listrik serta memprediksi kandungan mineral dalam air.

Pengukuran yang dilakukan berdasarkan kemampuan kation dan anion untuk menghantarkan arus listrik yang dialirkan dalam contoh air dapat dijadikan indikator, dimana semakin besar nilai (DHL) pada konduktivimeter berarti semakin besar kemampuan kation dan anion yang terdapat dalam contoh air untuk menghantarkan arus listrik. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin banyak mineral yang terkandung dalam air. Effendi, (2003).

e. Kekeruhan

Air dikatakan keruh apabila air tersebut banyak mengandung partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan yang menyebabkan kekeruhan meliputi tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik yang tersebar dari partikel-partikel kecil yang tersuspensi. Kekeruhan pada air adalah satu hal yang harus dipertimbangkan karena akan mengurangi dalam segi estetika, menyulitkan dalam usaha penyaringan, dan akan mengurangi efektivitas usaha desinfeksi Untuk standar air bersih kekeruhan yang diperbolehkan maksimum 25 NTU. Tingkat kekeruhan air dapat diketahui melalui pemeriksaan laboratorium dengan metode Turbidimeter. (Effendi, 2003).

B. Air bersih

1. Pengertian air bersih

Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan kualitas air minum. 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 nomor 2 tahun 2023).

Penyediaan air bersih merupakan salah satu upaya untuk memperbaiki derajat kesehatan masyarakat sebagaimana dijelaskan dalam UU No.36 Tahun 2009 tentang Kesehatan. Dinyatakan bahwa kesehatan lingkungan diselenggarakan untuk mewujudkan lingkungan yang sehat, yaitu keadaan yang bebas dari resiko yang membahayakan kesehatan hidup manusia sehari-hari secara umum harus memenuhi standar kualitas air bersih. Sumber Air dapat digolongkan sebagai berikut: (Ashar, Y. K. 2020).

- a. Air hujan berasal dari air permukaan bumi yang diuapkan oleh sinar matahari. Air permukaan tersebut berupa air sungai, air danau dan air laut. Sinar matahari menguapkan air permukaan tanpa membawa kotoran yang terdapat di dalam air. Setelah proses penguapan, air mengalami proses kondensasi, dimana air yang menguap tersebut berubah menjadi air. Hingga terbentuklah awan. Lama kelamaan, awan tersebut menjadi jenuh dan turunlah titik-titik air hujan
- b. Air Permukaan, yaitu semua air yang terdapat pada permukaan tanah antara lain air di dalam sistem sungai, air di dalam sistem irigasi, air di dalam sistem

drainase, air waduk, danau, kolam retensi. Air permukaan ada dua macam yaitu air sungai dan air rawa. Air sungai digunakan sebagai air minum, seharusnya melalui pengolahan yang sempurna, mengingat bahwa air sungai ini pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang tinggi. (Effendi, H. 2003). Debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan akan air minum pada umumnya dapat mencukupi. Air rawa kebanyakan berwarna disebabkan oleh adanya zat-zat organik yang telah membusuk, yang menyebabkan warna kuning coklat, sehingga untuk pengambilan air sebaiknya dilakukan pada kedalaman tertentu di tengah-tengah. Air dimanfaatkan untuk berbagai keperluan misalnya untuk kebutuhan domestik, irigasi atau pertanian, pembangkit listrik, pelayaran, industri, wisata dll

- c. Air tanah adalah air yang berada di dalam tanah. Air tanah dibagi menjadi dua, air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal merupakan air yang berasal dari air hujan yang diikat oleh akar pohon. Air tanah ini terletak tidak jauh dari permukaan tanah serta berada di atas lapisan kedap air. Sedangkan air tanah dalam adalah air hujan yang meresap ke dalam tanah lebih dalam lagi melalui proses adsorpsi serta filtrasi oleh batuan dan mineral di dalam tanah. Sehingga berdasarkan prosesnya air tanah dalam Air hujan lebih jernih dari air tanah dangkal. Air tanah ini bisa didapatkan dengan cara membuat sumur.
- d. Mata air adalah air hujan yang meresap ke dalam tanah melalui proses filtrasi dan adsorpsi oleh batuan dan mineral dalam tanah. Air mata air yang baik berasal dari pegunungan vulkanik karena mineral-mineral yang terkandung didalamnya dapat mengadsorpsi kandungan logam dalam air dan bakteri. Selain itu, kandungan mineralnya baik untuk kesehatan tubuh, dan

mengandung kadar O₂ yang tinggi. Oleh karena itu, air dari mata air terasa lebih segar dikonsumsi daripada air yang berasal dari sumber lainnya.

2. Kebutuhan air bersih

Besarnya kebutuhan air di suatu daerah sangat tergantung pada cara hidup masyarakat dan pembangunan di daerah tersebut serta tingkat pertumbuhan penduduknya. Kebutuhan air dihitung berdasarkan Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan. Besarnya kebutuhan air di suatu daerah tergantung pada pertumbuhan penduduk. Untuk sistem pelayanan air bersih, sangatlah dibutuhkan suatu informasi tentang banyak air yang dibutuhkan. Menurut Triatmodjo (2008).

Hal-hal tersebut meliputi pengumpulan informasi tentang besarnya jumlah penduduk yang dilayani, pemakaian air perkapita termasuk faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi air antara lain adalah sebagai berikut:

- a. Taraf hidup masyarakat serta kebiasaan hidup sangat mempengaruhi pemakaian air di daerah tersebut, makin tinggi taraf hidup maka pemakaian air makin besar.
- b. Iklim. Untuk daerah beriklim panas, pemakaian air rata-rata perorang perhari lebih banyak dibandingkan daerah yang dingin.
- c. Kualitas air. Makin baik kualitas air maka makin meningkat pemakaiannya dibandingkan dengan air kualitas jelek
- d. Tekanan air. Tekanan air yang rendah pada rumah-rumah akan mengakibatkan pemakaian air perkapita menjadi rendah
- e. Harga air. Dengan meningkatnya harga air maka masyarakat akan semakin hemat dalam pemakaiannya.

- f. Jumlah pemakaian air, semakin banyak jumlah penduduk yang menggunakan air bersih maka jumlah kebutuhan air di
- g. Keberadaan industri. Jika di suatu daerah merupakan daerah industri, maka kebutuhan air di masyarakat akan meningkat.

Selain itu kebutuhan air meliputi :

- a. Air untuk Perumahan. Dalam hal ini termasuk kebutuhan untuk perumahan, penginapan, dan lain-lain. air digunakan untuk mandi, cuci dan kebutuhan sehari-hari lainnya.
- b. Air untuk industri dan komersial adalah air yang digunakan oleh badan-badan komersial dan industri antaralain : kantor, toko, hotel, terminal. Biasanya kebutuhan air tergantung pada tipe industri dan luas areal industri.
- c. Air untuk keperluan umum Adalah air yang dibutuhkan untuk pemakaian tempat tempat umum, biasanya rumah sakit, sekolah, terminal, dan lain-lainnya.
- d. Air untuk Pemadaman kebakaran air untuk pemadaman kebakaran hanya dibutuhkan pada saat-saat tertentu saja, tetapi dalam jumlah cukup besar. Sehingga biasanya tidak diambil dari suatu jaringan penyediaan air untuk kota tetapi dibuatkan sendiri. Penetapan besar aliran yang dibutuhkan tergantung pada ukuran, konstruksi bangunan, kepadatan penduduk dan tinggi bangunan yang ada. Dalam suatu kota biasanya hidran untuk kebakaran dibuat jalur pipa yang di perlukan untuk pemadaman kebakaran.
- e. Kehilangan air Adalah jumlah air yang bocor dari sistem yang bersangkutan, kesalahan meteran, sambungan-sambungan yang tidak sah dan lain-lain. Akan

tetapi hal yang paling berpengaruh adalah kebocoran pada sistem jaringan perpipaan yang ada

C. Perencanaan kebutuhan air bersih

1. Kebutuhan air

Untuk merencanakan besarnya pemakaian air di suatu daerah, kita harus mengetahui proyeksi jumlah penduduk. Pemerintah menyatakan bahwa untuk merencanakan suatu sistem penyediaan air bersih di daerah pedesaan, harus di rencanakan sekurang-kurangnya 10 tahun. Maka untuk itu diperlukan proyeksi jumlah penduduk yang mendekati keadaan sebenarnya. Hal tersebut dapat di hitung menggunakan analisa regresi. Analisa regresi ini menghitung berdasarkan pola/trend kecenderungan pertumbuhan penduduk di masa lalu. Beberapa metode umum antara lain.

a. Analisis regresi linier Rumus :

$$Y=(a+b.x)$$

$$A = \frac{\sum y - b \sum x}{n}$$

$$B = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \cdot \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

Keterangan :

Y = Jumlah penduduk

X = Jumlah tahun

a,b = koefisien regresi

n = jumlah data

r = koefisien korelasi

r² = koefisien determinasi

b. Analisis regresi logaritma

Rumus:

$$Y = (a + b \ln X)$$

$$A = \frac{\sum y - b \sum \ln X}{n}$$

Keterangan :

Y = Jumlah penduduk

X = Jumlah tahun

a,b = koefisien regresi

$$B = \frac{n \sum y \cdot \ln x - (\sum \ln x) \sum y}{n \sum \ln x^2 - (\sum \ln x)^2}$$

n = jumlah data

$$R = \frac{n \sum y \cdot \ln x - (\sum \ln x) \sum Y}{n \sum \ln x^2 - (\sum \ln x)^2 \cdot \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

r = koefisien korelasi

r² = koefisien determinasi

c. Analisa regresi eksponensial

Keterangan :

Rumus:

Y = Proyeksi Jumlah penduduk

$$Y = a \cdot b^{bx}$$

X = Tahun

$$a = \text{Exp} \frac{\sum \ln y - b \sum x}{n}$$

a, b = Koefisien Regresi

$$b = \frac{n \sum \ln y - (\sum x) \cdot (\sum \ln y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

n = Jumlah data

r = Koefisien Korelasi

$$r = \frac{n \sum x \cdot \ln y - \sum \ln y \cdot \sum x}{n \sum x^2 - (\sum x)^2 \cdot \sqrt{n \sum \ln y^2 - (\sum \ln y)^2}}$$

r² = Koefisien determina

2. Kebutuhan air domestik

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih bagi para penduduk untuk kepentingan kehidupan sehari-hari. Yang termasuk dalam kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air untuk keperluan rumah tangga seperti mandi, minum, mencuci serta kebutuhan sehari-hari. Besarnya kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan besarnya pertumbuhan penduduk dan konsumsi air berdasarkan kriteria/standar perencanaan sistem air bersih pedesaan (Ltr/Org/Hari).

Rumus:

Keterangan:

$$Q_d = Y_n \cdot R_k$$

Q_d = Kebutuhan air domestik (Ltr/Hari)

Y_n = Proyeksi pertumbuhan penduduk tahun ke-n (Jiwa)

R_k = Angka konsumsi air bersih berdasarkan kriteria/standar perencanaan sistem air bersih pedesaan (Ltr/Org/Hari)

Tabel 2.2 Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan

No	Uraian	Kriteria
1.	Hidran umum/kran umum	30 L/orang/hari
2.	Sambungan (sr)	90 L/orang/hari
3.	Lingkup pelayanan	60-100%
4.	Perbandingan hu/ku-sr	20:80-50:50
5.	Kebutuhan non domestik	5%
6.	Kehilangan air akibat kebocoran	
7.	Faktor puncak harian maximum	1,5 x sr
8.	Pelayanan hu/ku	100 orang/unit
9.	Pelayanan sr	10 orang/unit
10	Jumlah operasi	12 jam/hari

Sumber : Pedoman teknik air bersih IKK pedesaan, 1990

3. Kebutuhan non domestik

Kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih untuk kepentingan sosial/umum seperti untuk rumah sakit, pendidikan, tempat ibadah, dll, dan juga untuk keperluan industri, pariwisata, pelabuhan, perhubungan, dll. Untuk kebutuhan air Non domestik diambil 5% berdasarkan Pedoman teknik air bersih IKK pedesaan, Kebutuhan air non domestik dihitung berdasarkan besarnya kebutuhan air domestik dikalikan dengan besarnya persentase kebutuhan air non domestik.

Rumus :	Keterangan
$Q_n = Q_d \cdot r_n$	Q_n = Kebutuhan air non Domestik (ltr/dtk)
	Q_d = Kebutuhan air domestik (ltr/dtk)
	R_n = Angka persentase non domestik (%)

4. Kehilangan air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Penentuan kebocoran/kehilangan sebesar 15% berdasarkan Pedoman teknik air bersih IKK pedesaan, Kehilangan air dapat dihitung berdasarkan besarnya kebutuhan domestik dan non domestik, dikalikan dengan persentase kehilangan air.

Rumus :	Ketrangan
$Q_a = (Q_d + Q_n) \cdot r_a$	Q_a = kehilangan air (ltr/dtk)
	Q_d = kebutuhan air domestik (ltr/dtk)
	Q_n = kebutuhan air non-domestik (ltr/dtk)
	R_a = angka presentase kehilangan air (%)

5. Kebutuhan air harian maksimum dan jam puncak

Kebutuhan air harian maksimum dan jam puncak telah ditentukan oleh Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya. Kebutuhan air harian maksimum adalah kebutuhan air pada hari –hari tertentu dimana kebutuhan airnya maksimum. Untuk menghitung kebutuhan air harian maksimum dimana faktor pengali 1,15-1,25 dikalikan dengan kebutuhan air total.

Rumus	keterangan
$Q_m = 1,25 \times Q_t$	Q_m = debit kebutuhan air harian maksimum (liter/detik)
	Q_t = debit kebutuhan air total (liter/detik)

Kebutuhan air jam puncak adalah kebutuhan air pada jam-jam tertentu dalam suatu hari dimana kebutuhan airnya akan memuncak. Kebutuhan air jam puncak dihitung berdasarkan faktor pengali 1,65-2,00 dikali kebutuhan air total.

Rumus:	keterangan
$Q_p = 1,75 \times Q_t$	Q_p = debit kebutuhan air jam puncak (liter/detik)
	Q_t = debit kebutuhan air total (liter/detik)

Untuk keperluan desain jaringan perpipaan, jaringan perpipaan harus dapat melayani saat kebutuhan air jam puncak.

6. Kebutuhan air total

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air.

Rumus

keterangan :

$$Q_t = Q_d + Q_n + Q_a$$

Q_t = kebutuhan air total (ltr/det)

Q_d = kebutuhan air domestik (ltr/det)

Q_n = kebutuhan air non-domestik

Q_a = kehilangan air

D. Unit unit penyediaan air bersih

1. Sistem distribusi air bersih

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui sistem perpipaan dari bangunan pengolahan (reservoir) ke daerah pelayanan (konsumen), Untuk menghasilkan tekanan yang diinginkan atau dapat memenuhi kebutuhan tersebut diatas tergantung pada metode pendistribusiannya. Sistem distribusi air diklasifikasikan sebagai berikut :

a. Sistem Gravitasi (*gravity system*)

Keadaan tempat dari sumber air yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah pendistribusiannya adalah sangat cocok untuk sistem ini. Kelebihan sistem distribusi ini adalah tekanan didalam pipa tetap terjaga. Sistem ini dapat diterapkan jika sumber air yang didistribusikan berupa danau, sungai (di daerah pegunungan) atau bak penampungan yang cukup tinggi, disini air mengalir karena gravitasi.

Pada sistem ini tidak terlalu sering melakukan pemompaan. Jika sumber berupa danau yang terletak didaerah perbukitan. Mungkin dibutuhkan pompa dengan daya angkat rendah untuk menaikkan air ke unit water treatment. Dari bak

penampung air akan mengalir ke daerah distribusi dengan gravitasi juga. Model sistem distribusi ini membutuhkan head yang kecil agar air sampai ke konsumen. Besarnya head ini hanya disebabkan oleh adanya *loses* atau rugi akibat adanya gesekan-gesekan

b. Sistem pemompaan (*Pumping System*)

Pada sistem ini, air dari bak penampung dipompakan langsung ke pipa distribusi. Karena pompa harus bekerja dengan kecepatan yang berubah-ubah dalam sehari, maka biaya perawatan pun bertambah. Hal ini karena jumlah pompa yang dibutuhkan dan waktu kerja pompa yang bervariasi, Pompa yang daya angkatnya tinggi sangat dibutuhkan dalam sistem ini, dan operasinya juga tidak boleh berhenti atau mati. Jika sumber tenaganya mati, maka suplai air pun berhenti. Olehsebab itu harus disediakan pompa cadangan yang selalu siap untuk digunakan. Selama pendistribusian, air dapat dipompa sesuai dengan kebutuhan oleh pompa cadangan tersebut.

c. Sistem kombinasi (*dual System*)

Pompa dihubungkan langsung ke pipa-pipa saluran air dan juga ke bak penampungan yang tinggi. Ketika kebutuhan air sedikit, air disimpan atau mengalir ke bak penampungan, tetapi ketika kebutuhan bertambah sehingga memerlukan tambahan kecepatan pemompaan, aliran di dalam sistem distribusi ini di suplai dari pompa dan juga bak penampung.

Pada sistem-sistem ini air disuplai dari dua sumber, pertama dari pemompa dan kedua dari bak penampungan itu sendiri dengan memanfaatkan ketinggian tempatnya (dengan gravitasi), sehingga sistem ini disebut dengan *dual system*.

Sistem ini sangat diandalkan dan ekonomis, karena membutuhkan kecepatan pemompaan yang stabil walaupun kebutuhan air bervariasi. Air di bak penampungan dapat memenuhi. Dalam perencanaan sistem distribusi air bersih, beberapa faktor yang harus diperhatikan antara lain :

1. Daerah layanan dan jumlah penduduk yang akan dilayani daerah ini meliputi wilayah IKK (ibukota kecamatan) atau wilayah kabupaten/kota madya. Penduduk yang dilayani yang tergantung pada : kebutuhan, kemauan/minat, kemampuan atau tingkat social ekonomi.
2. Letak topografi daerah layanan, yang akan menentukan sistem jaringan dan pola aliran yang sesuai.

d. Jenis sambungan sistem

Jenis sambungan dalam sistem distribusi air bersih di bedakan meliputi :

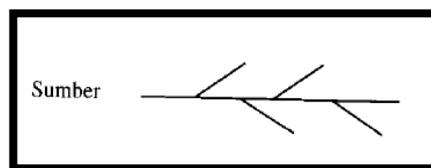
1. Sambungan halaman yaitu sambungan pipa distribusi dari pipa induk pipa utama ke tiap-tiap rumah atau halaman.
2. Sambungan rumah yaitu sambungan pipa distribusi dari pipa induk/pipa utama ke masing-masing utilitas rumah tangga.
3. Hidran umum merupakan pelayanan air bersih yang digunakan secara komunal pada suatu daerah tertentu untuk melayani 100 orang dalam setiap hidran umum.
4. Terminal air adalah distribusi air melalui pengiriman tangki – tangki air yang diberikan pada daerah-daerah kumuh, daerah terpencil atau daerah yang rawan air bersih.
5. Kran umum merupakan pelayanan air bersih yang di gunakan secara komunal pada kelompok masyarakat tertentu, yang mempunyai minat

tapi kurang mampu dalam membiayai penyambungan pipa ke masing-masing rumah. Biasanya 1 (satu) kran umum untuk melayani kurang lebih 20 orang.

Dalam Perencanaan sistem penyediaan air bersih dalam buku rekayasalingkungan penerbit Gunadarma di bahas pola sistem penyediaan air bersih di bagi menjadi :

1. Sistem bercabang

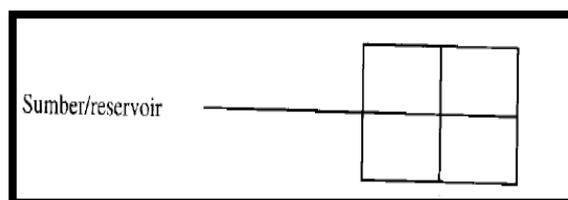
Sistem bercabang adalah sistem pendistribusi air bersih yang bersifat terputus membentuk cabang-cabang sesuai dengan daerah pelayanan



Gambar 2.1. Pola sistem pendistribusian air bersih bercabang

2. Sistem loop

Sistem Loop adalah sistem perpipaan melingkar dimana ujung pipa yang satu beretemu kembali dengan ujung pipa yang lain.



Gambar 2.2. Pola sistem pendistribusian air bersih sistem Loop

2.Jaringan pipa

Jaringan pipa yang dimaksud dalam bagian ini adalah perpipaan transmisi dan distribusi. Jaringan pipa transmisi merupakan jaringan pipa dimana air yang di distribusikan dimulai dari unit pengolahan sampai reservoir pembagi. Jaringan pipa distribusi merupakan jaringan dimana air yang di distribusikan dimulai dari reservoir pembagi ke konsumen. Perencanaan jalur pipa harus memenuhi ketentuan teknis sebagai berikut :

- a. Jalur pipa harus sependek mungkin dan pemilihan bahan pipa harus memenuhi persyaratan
- b. Menghindari jalur yang mengakibatkan kontruksi sulit dan mahal
- c. Tinggi hidrolis pipa minimum 5 meter diatas pipa, sehingga cukup menjamin operasi katup udara (air valve)
- d. Menghindari perbedaan elevasi yang terlalu besar, sehingga tidak ada perbedaan kelas pipa
- e. Pipa harus direncanakan untuk mengalirkan debit maksimum harian.
- f. Kehilangan tekanan dalam pipa tidak lebih dari 30% dari total tekanan statis pada sistem transmisi. Untuk sistem gravitasi, kehilangan tekanan maksimum 5/1000 m atau sesuai dengan spesifikasi teknis pipa

Beberapa jenis pipa berikut dengan keuntungan dan kerugiannya secara umum.

Tabel 2.3 Beberapa jenis pipa, keuntungan dan kerugian secarasepintas

No	Jenis	keuntungan	kerugian
1.	Besi Tuang	Pipa ini murah, mudah disambung, tahan karat	Berat, transportasi
2.	PVC	Ringan, mudah diangkut dipasang, tidak bereaksi dengan air	Sensitif terhadap sinar matahari, mengandung klorin
3.	HDPE	Ringan, mudah diangkut dan dipasang, tidak bereaksi dengan air, mencapai 100 m tanpa sambungan untuk diameter kecil	Dapat menjadi rapuh terutama pada suhu rendah, perlu perawatan tambahan dibawah sinar matahari
4.	Besi Galvanis	Tekanan tinggi	Berat , transportasi Dan instalasi lebih mahal

E. Bangunan Penangkap Air

Bangunan pengambil air baku untuk penyediaan air disebut dengan bangunan penangkap air atau *intake*. Kapasitas *intake* ini dibuat sesuai dengan debit yang di perlukan. Fungsi utama dari bangunan intake adalah menangkap air dari sumber air untuk diolah dalam instalasi pengolahan air bersih.

1. Tipe intake Air baku dari Permukaan

- a. *River intake* untuk menyadap air baku yang berasal dari sungai atau danau.
- b. *Direct intake* dipakai bila muka air dan air baku sangat dalam. Bentuk ini lebih mahal biayanya bila dibandingkan dengan tipe lainnya. Tipe intake ini dapat dipakai dalam kondisi :
 - Sumber air dalam. Misalnya sungai dan danau
 - Tanggul sangat resisten terhadap erosi dan sedimentasi
- c. *Canal intake* dipakai bila air baku disadap dari kanal. Suatu bak memiliki

bukaan dibangun pada satu sisi dari tanggul kanal, yang dilengkapi saringan kasar. Dari bak air dialirkan melali pipa yang memiliki ujung berbentuk *bell mouth* yang tertutup saringan berbentuk parabola.

2. Tipe intake Sungai

Menurut Tri joko, 2010 secara garis besar tipe pengambilan pada sumber air sungai di bagi menjadi 5 kelompok seperti tabel dibawah ini :

Tabel 2.3 tipe intake

No	Jenis	kelengkapan	pertimbangan
1.	Intake bebas	<ul style="list-style-type: none"> • Saringan Sampah • Inlet • Bangunan pengendap • Bangunan sumur /pemompaam • Pintu sorong 	<ul style="list-style-type: none"> • Fluktuasi muka air tidak terlalu besar • Ketebalan air cukup untuk dapat masuk inlet • Harus di tempatkan pada bagian sungai lurus • Aliran tidak berubah – ubah • Kestabilan lereng sungai cukup mantap
2.	Inatek dengan bendung	<ul style="list-style-type: none"> • Saringan Sampah • Inlet • Bendung konvensional /bendung tyroll • Pintu bilas 	<ul style="list-style-type: none"> • Ketebalan air tidak terlalu besar untuk intake besar • Sungai tidak di gunakan untuk sarana transportasi • Lembah sungai tidak terlalu besar
3	Intake ponton	<ul style="list-style-type: none"> • Pelampung ponton • Ruang pompa • Pengaman benturan • Penambatan 	<ul style="list-style-type: none"> • Sungai mempunyai bantaran yang cukup lebar • Fluktuasi muka air yang cukup besar

		<ul style="list-style-type: none"> • Tali penambat • Pipa fleksibel • Saringan/strainer 	<ul style="list-style-type: none"> • Alur sungai yang berubah – ubah • Tebal air cukup untuk penambatan pompa
4.	Intake jembatan	<ul style="list-style-type: none"> • Jembatan penambat • Saringan sampah • Ruang pompa 	<ul style="list-style-type: none"> • Fluktuasi muka air tidak terlalu besar • Hanyutnya sampah tidak terlalu banyak • Bantaran tidak lebar
5.	Infiltration Galleries	<ul style="list-style-type: none"> • Media filtrasi • Pipa pengumpul /pipa perforated • Sumuran 	<ul style="list-style-type: none"> • Ketebalan air sungai tipis • Aliran air bawah tanah cukup untuk di manfaatkan sedimentasi dalam bentuk lumpur sedikit • Muka air tanah terletak maksimum 2 meter dari dasar sungai

3. Persyaratan teknis *intake*

a. persyaratan umum

Dalam pembuatan bangunan Intake harus memenuhi ketentuan sebagai berikut

- 1) Bangunan Intake harus kuat dan kedap air.
- 2) Penempatan lokasi Intake harus dapat menerima menyadap debit pada saat aliran minimum.
- 3) Penempatan dan bentuk bangunan Intake harus menjamin dalam kontinuitas penyediaan air baku.
- 4) Perlu partisipasi masyarakat dan pengurus LKMD setempat dalam

pelaksanaan pembangunan *Intake*.

b. persyaratan teknis

- 1) Desain bangunan *intake* hanya untuk menyadap pada saat debit sungai minimum
- 2) Kualitas air baku (sungai) relatif baik (tidak keruh)
- 3) Unit-unit pengolahan terdiri dari: intake, kolam penampung dan kran/hidran umum
- 4) Sistem pengaliran menggunakan sistem gravitasi
- 5) Bahan seperti pada tabel berikut :

F. Pengertian hidrolika

Hidrolika adalah cabang ilmu teknik sipil yang mempelajari tentang perilaku zat cair. Terdapat cabang ilmu yang hampir sama namun berbeda yaitu ilmu hidrologi yang mempelajari tentang air hujan debit sungai, banjir dan sejenisnya. Pemanfaatan ilmu hidrolika ini antara lain untuk pembuatan bangunan sebagai fasilitas hidup. Penjelasan pengertian dan rumus hidrolika

- 1) Pipa saluran air misalnya pembuatan gorong-gorong atau pipa air PAM yang letaknya perlu diperhitungkan sedemikian rupa sehingga setiap rumah dapat teraliri dengan deras
- 2) Bangunan penutup air pada bendungan sehingga dapat diatur seberapa besar volume air yang akan ditahan dan dialirkan.
- 3) Pengendalian banjir seperti penentuan daerah rawan banjir sehingga perlu dipikirkan bagaimana langkah terbaik dalam mencegah banjir seperti di

kota jakarta indonesia dibuat sungai banjir kanal barat dan banjir kanal timur.

- 4) Irigasi pertanian misalnya pembuatan arus transportasi air yang dapat membagi semua lahan persawahan dengan baik dan adil sehingga semua petani mendapatkan hasil panen yang baik karena tanamannya mendapatkan minum secara teratur.

1. Rumus hidrolika

Di dalam praktek, faktor penting dalam studi hidraulika adalah : kecepatan V atau debit aliran Q . Dalam hitungan praktis, rumus yang banyak digunakan adalah persamaan kontinuitas, $Q = A \times V$, dengan A adalah tampang aliran. Apabila kecepatan dan tampang aliran diketahui, maka debit aliran dapat dihitung. Demikian pula jika kecepatan dan debit aliran diketahui maka dapat dihitung luas tampang aliran yang diperlukan untuk melewati debit tersebut. Dengan kata lain dimensi pipa atau saluran dapat ditetapkan. Biasanya debit aliran ditentukan oleh kebutuhan air yang diperlukan oleh suatu proyek (kebutuhan air minum suatu kota atau untuk irigasi, debit pembangkitan tenaga listrik, dan sebagainya) atau debit yang terjadi pada proyek tersebut (debit aliran melalui sungai). Dengan demikian besarnya debit aliran adalah sudah tertentu. Berarti untuk bisa menghitung tampang aliran A , terlebih dahulu harus dihitung kecepatan V .

2. Rumus chezy penjelasan pengertian dan rumus hidrolika

Seperti yang telah diketahui, bahwa perhitungan untuk aliran melalui saluran terbuka hanya dapat dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus empiris, karena adanya banyak variabel yang berubah. Untuk itu berikut ini

disampaikan rumus-rumus empiris yang banyak digunakan untuk merencanakan suatu saluran terbuka.

Chezy berusaha mencari hubungan bahwa zat cair yang melalui saluran terbuka akan menimbulkan tegangan geser (tahanan) pada dinding saluran, dan akan diimbangi oleh komponen gaya berat yang bekerja pada zat cair dalam arah aliran. Di dalam aliran seragam, komponen gaya berat dalam arah aliran adalah seimbang dengan tahanan geser, dimana tahanan geser ini tergantung pada kecepatan aliran. Setelah melalui beberapa penurunan rumus, akan didapatkan persamaan umum : Penjelasan pengertian dan rumus hidrolika

$$V = C\sqrt{RI}$$

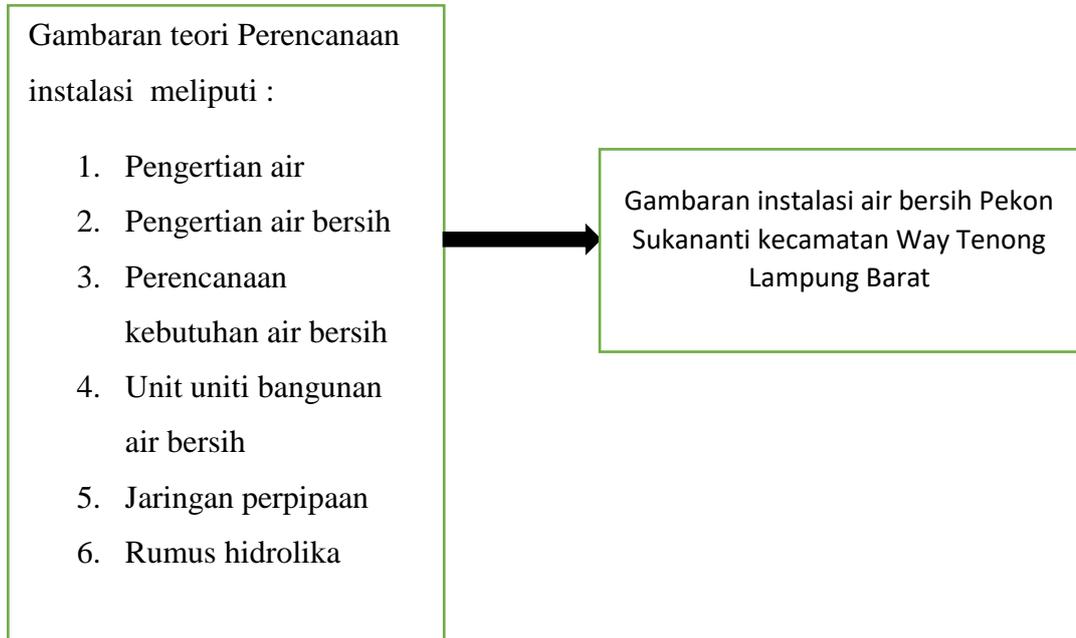
Dengan V adalah kecepatan aliran (m/det), R adalah Jari-jari Hidraulik (m), I adalah kemiringan dasar saluran dan C adalah koefisien Chezy

3. Rumus manning

Yang banyak digunakan pada pengaliran di saluran terbuka, juga berlaku untuk pengaliran di pipa. Rumus tersebut mempunyai bentuk:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

G. Kerangka teori

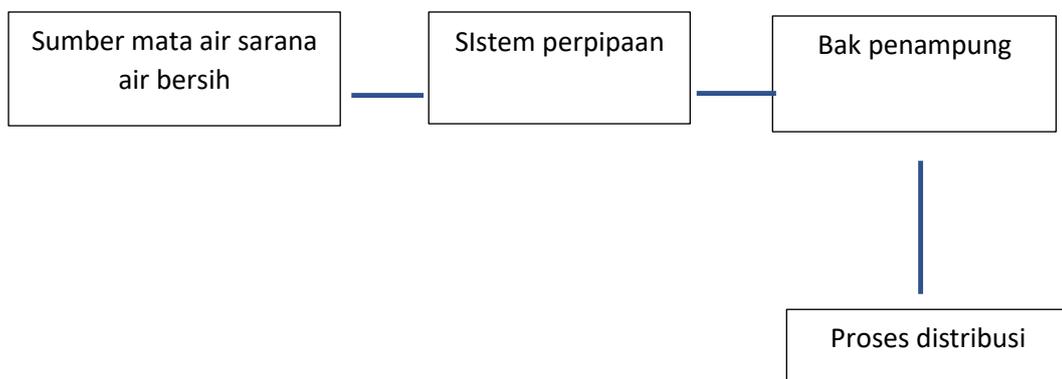


Gambar 2.3 kerangka teori

H. Kerangka konsep

Konsep adalah suatu abstraksi yang dibentuk dengan menggeneralisasikan suatu pengertian. Oleh sebab itu, konsep tidak dapat diukur dan diamati secara langsung. Agar dapat diamati dan diukur, maka konsep tersebut harus dijabarkan ke dalam variabel-variabel. Dari variabel itulah konsep dapat diamati dan diukur

(Notoatmodjo, S.2012)



Gmabar 2.4 kerangka konsep

I. Definisi operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
Variabel Dependent						
1	Ketersediaan Air Bersih	Jumlah air bersih secara kuantitas dan kualitas yang tersedia terus menerus saat dibutuhkan untuk mencukupi kebutuhan dasar manusia dan kegiatan lainnya yang memerlukan air di. Berdasarkan studi WHO kebutuhan air penduduk pedesaan 60/liter/orang/hari sepanjang tahun	Observasi	ceklis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mencukupi, jika air bersih selalu ada saat dibutuhkan dan tercukupi kebutuhan air bersih 60/liter/orang/ hari sepanjang tahun 2. Tidak Mencukupi, jika air bersih tidak selalu ada saat dibutuhkan dan tidak tercukupi kebutuhan air bersih 60/liter/orang/hari sepanjang tahun 	Nominal
2	Penyediaan Air Bersih Rumah Tangga	Kegiatan menyediakan Air Minum untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari agar mendapatkan kehidupan yang sehat, bersih, dan produktif.	Wawancara	Kuesioner	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tersedia, jika memenuhi syarat kualitas, kuantitas, dan kontinuitas 2. Tidak Tersedia, jika tidak memenuhi syarat kualitas, kuantitas, dan kontinuitas 	Nominal

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	
Variabel Independent						
1	Sarana Air Bersih	Jenis sarana yang digunakan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan air bersih sehari-hari, seperti: smumur gali, perlindungan mata air, suor pompa tangan/sumur bor, perpipaan, hidran umum, dan penampungan air Tahun 2022. (Depkes RI 2005)	observasi	ceklis	1. Perpipaan/Ledeng	
No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
Variabel Independent						
1	Sarana Air Bersih	Jenis sarana yang digunakan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan air bersih sehari-hari, seperti: sumur gali, perlindungan mata air, sumur pompa tangan/sumur bor, perpipaan, hidran umum, dan penampungan air hujan di desa Muara Jaya pada bulan Februari-Maret Tahun 2022. (Depkes RI 2005)	Wawancara	Kuesioner	2. Perpipaan/Ledeng 3. Hidran Umum/Terminal Air 4. Bor/Sumur Pompa Tangan (SPT) 5. Sumur Gali (SGL) 6. Perlindungan Mata Air (PMA) 7. Air Penampung Air Hujan (PAH)	Nominal

2	Tingkat Risiko Sarana Air Bersih Tercemar	<p>Tinggi rendahnya kemungkinan terjadinya pencemaran sarana air bersih Tahun 2022</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Syarat Lokasi : jarak sumber air bersih dengan sumber pencemar minimal 10 meter 2. Syarat Konstruksi: <ol style="list-style-type: none"> a. Sumur Gali (dinding, cincin, bibir, lantai, penutup) b. sumur bor (dinding,lantai, penutup) c. Penampung Air Hujan (dinding, talang, bak, dan pipa) 	Pengukuran Observasi	Meteran Checklist	<ol style="list-style-type: none"> 1. Amat Tinggi <ol style="list-style-type: none"> a. Jika jumlah pertanyaan 6 mendapatkan skor 6 b. Jika jumlah pertanyaan 8 mendapatkan skor 7-8 c. Jika jumlah pertanyaan 10 mendapatkan skor 9-10 2. Tinggi <ol style="list-style-type: none"> a. Jika jumlah pertanyaan 6 mendapatkan skor 4-5 b. Jika jumlah pertanyaan 8 mendapatkan skor 5-6 c. Jika jumlah pertanyaan 10 mendapatkan skor 6-8 	Ordinal
		<ol style="list-style-type: none"> d. Mata air perlindungan (atap, dinding, lubang kontrol, dan lantai) e. Perpipaian/Ledeng (pipa, dan bak) f. Terminal air (bak, tangki, dan lantai) 			<ol style="list-style-type: none"> 3. Sedang <ol style="list-style-type: none"> a. Jika jumlah pertanyaan 6 mendapatkan skor 2-3 b. Jika jumlah pertanyaan 8 mendapatkan skor 3-4 c. Jika jumlah pertanyaan 10 mendapatkan skor 3-5 4. Rendah <ol style="list-style-type: none"> a. Jika jumlah pertanyaan 6 mendapatkan skor 0-1 b. Jika jumlah pertanyaan 8 dan 10 mendapatkan skor 0-2 	

3.	Ketersediaan wadah penampung air bersih	Adanya bejana untuk menampung air seperti; bak/drum r bertutup, (Permenkes, R. I. 2014).	Wawancara	Kuesione	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ada, jika menggunakan salah satu indikator wadah 2. .penampung air minum Tidak Ada, jika tidak menggunakan salah satu indikator wadah penampung air minum 	Ordinal
----	---	--	-----------	----------	---	---------