

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Air merupakan kebutuhan mutlak bagi kehidupan manusia, tidak ada kehidupan yang dapat berlangsung tanpa air. Kebutuhan manusia akan air diperoleh dari berbagai macam sumber, baik yang berupa air hujan, air permukaan maupun air tanah. Kebutuhan air dari tanah antara lain diperoleh dari mata air, yang merupakan pemunculan air tanah ke permukaan tanah (Sudarmadji et al., 2016).

Menurut Sunaryo 2005 air adalah unsur yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, bahkan dapat dipastikan tanpa pengembangan sumber daya air secara konsisten peradaban manusia tidak akan mencapai tingkat yang dinikmati sampai saat ini. Oleh karena itu pengembangan dan pengelolaan sumber daya air merupakan dasar peradaban manusia.

Sementara di Indonesia sebagian besar penduduknya masih menggunakan air bersih untuk memenuhi kehidupan hidupnya sehari-hari. Dengan bertambahnya aktivitas dan jumlah penduduk, maka jumlah air bersih yang diperlukan manusia akan semakin meningkat. Secara global kuantitas sumber daya tanah dan air relatif tetap, sedangkan kualitasnya makin hari makin menurun.

2.1.1 Peneliti Terdahulu

Peneliti terdahulu ini merupakan referensi peneliti dalam melaksanakan penelitian sebagai bahan pertimbangan dan analisis. Adapun hasil penelitian tidak terlepas dari inti penelitian yaitu tentang kebutuhan air bersih.

1. Studi Perencanaan Bangunan Intake Saluran Pembawa Air Baku Karian Barat

Merry Agni Setyaninditha, Trihono Kadri, Wahyu Sejati (2021) Air baku merupakan awal dari proses dalam penyediaan air bersih. Kebutuhan air bersih semakin meningkat setiap tahun karena berkembangnya laju

pertumbuhan di suatu daerah. Karena adanya peningkatan kebutuhan air bersih maka tindakan yang diambil oleh pemerintah yang bekerja sama dengan pihak swasta adalah mendirikan Saluran Pembawa Air Baku (SPAB) Karian Barat yang terletak di di hulu Bendung Pamarayan. Air baku ini diharapkan dapat memenuhi kuantitas, kualitas, dan kontinuitas air di daerah Kab, Serang, Kota Serang, dan Kota Cilegon. Maka untuk merealisasikan perlu adanya perencanaan desain bangunan intake air baku dan bangunan prasedimentasi dengan debit yang telah direncanakan. Berdasarkan hasil perhitungan dengan debit rencana $1,5 \text{ m}^3/\text{detik}$ diperoleh dimensi lebar inlet pada bangunan intake 1,2 m dengan 2 inlet, lebar pilar 1 m dengan 1 pilar, dan tinggi intake sebesar 0,75 m. Dimensi saluran pembawa memiliki lebar 3,4 m, panjang 13,6 m, dan tinggi 0,9 m. Pada bangunan prasedimentasi diperoleh panjang 67,1 m, lebar 13,41 m, dan tinggi 6m.

2. Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Sederhana Untuk Masyarakat Desa Kuala Behe Kecamatan Kuala Behe Kabupaten Kuala Behe

Nency Sesilya R. Marbun, Rizki Purnaini, dan Kiki Prio Utomo (2023) Desa Kuala Behe memiliki Instalasi Pengolahan Air Ibu Kota Kecamatan dengan kapasitas pengolahan 10 liter/detik dan melayani 1.630 jiwa dari 3.950 jiwa total keseluruhan penduduk yang ada di Desa Kuala Behe. Perencanaan ini diharapkan mampu menghasilkan sebuah rancangan teknologi yang sederhana, pengolahan air yang akan direncanakan berupa pengolahan sederhana skala komunal untuk 100 Kepala Keluarga (KK) non perpipaan. Perencanaan ini bertujuan untuk menentukan metode rancangan tepat guna yang sesuai dengan luas lahan. Kebutuhan air di Desa Kuala Behe ini sebesar 2,5 liter/detik. Hasil analisis menunjukkan parameter-parameter yang tidak memenuhi karakteristik diantaranya adalah E. Coli (26 CFU/100 mL), kadmium (0,0558 mg/L), besi (2,4833 mg/L), timbal (0,0956 mg/L), warna (462 Pt-Co Unit), dan TSS (277,8 mg/L) berdasarkan syarat kualitas air bersih Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Kelas 1. Instalasi ini direncanakan sesuai dengan SNI 6774:2008, dengan metode pengolahan

konvensional lengkap yaitu unit koagulasi menggunakan pengadukan cepat tipe hidrolis yang memanfaatkan gravitasi pada terjunan air, dengan menggunakan koagulan tawas, flokulasi menggunakan *vertical baffled channel*, sedimentasi menggunakan *plate settler*, filtrasi menggunakan sistem saringan pasir cepat, desinfeksi menggunakan desinfektan kimia berupa larutan kaporit dan terakhir adalah unit *reservoir*. Dengan luas lahan yang digunakan 110, 331 m².

3. Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih Desa Manggis Kecamatan Serba Jadi

Ananda Angga Resto Simatupang, Diana Suita Harahap (2022) Air adalah sumber kehidupan dan merupakan peranan penting dalam menunjang aktivitas manusia. Dengan semakin berkembangnya seluruh aspek kehidupan sebagai dampak meningkatnya laju pertumbuhan penduduk dan pembangunan, maka meningkat pula kebutuhan dan pelayanan air. Desa Manggis merupakan daerah yang mempunyai keterbatasan air bersih sehingga di beberapa wilayah Kecamatan Serba Jadi memanfaatkan sungai sebagai sumber air baku. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk tentu kebutuhan akan air baku semakin meningkat, sehingga perlu disusun studi untuk mendapatkan sumber air permukaan yang kontinu dan layak diolah menjadi air bersih. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya pertumbuhan atau peningkatan penduduk sampai 10 tahun yang akan datang serta mengetahui besarnya kebutuhan air bersih di Desa Manggis Kecamatan Serba Jadi. Metode yang digunakan pada penelitian yaitu dengan menggunakan pendekatan studi kasus. Berdasarkan hasil analisis, didapat jumlah kebutuhan air pada zona pelayanan di Desa Manggis pada kondisi eksisting sebesar 53395,2 liter/hari dan untuk jumlah kebutuhan air pada zona pelayanan di Desa Manggis pada proyeksi 10 tahun ke depan sebesar 68601,6 liter/hari. Sehingga dibutuhkan penambahan sumber air baru untuk mencukupi kebutuhan air bersih penduduk yang semakin meningkat dari tahun ke tahun.

4. Analisis Kebutuhan Dan Ketersediaan Air Bersih Di Desa Sea 1 Lingkungan 1 Kecamatan Pineleng Kabupaten Minahasa

Johanes Ricky Moningga , Tommy Jansen, Cindy J. Supit (2022) Air bersih merupakan salah satu kebutuhan mendasar dalam menunjang kehidupan manusia, Sebagai wilayah Kecamatan Pineleng yang tengah berkembang pastinya semakin banyak membutuhkan air seiring dengan 6 perkembangannya yaitu khususnya air bersih. Dengan bertambahnya infrastruktur dan jumlah penduduk di Desa Sea Kecamatan Pineleng maka sudah pasti untuk beberapa tahun kedepan Kecamatan ini akan membutuhkan air bersih yang lebih banyak lagi. Dalam penelitian ini dilakukan analisis ketersediaan air bersih di Desa Sea Kecamatan Pineleng kabupaten Lombok Timur. Analisis dilakukan pada wilayah Desa Sea 1 yang bersumber dari mata air. Berdasarkan hasil analisis, didapatkan jumlah kebutuhan air bersih pada daerah Kecamatan pineleng khususnya desa sea 1 yaitu sebesar 46,500 lt/hari sedangkan debit yang tersedia yaitu sebesar 103,680 lt/hari. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa Sumber mata air ini masih mampu untuk memenuhi kebutuhan penduduk sampai dengan tahun 2031.

5. Analisis Kebutuhan Air Bersih di Desa Limau Manis Kecamatan Tanjung Morawa

Vinsky Herawati, Kartika Indah Sari, Hendarmin (2023) Air bersih merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki peranan penting dalam memenuhi kebutuhan manusia dalam melakukan aktivitas. Dengan seiring berkembangnya seluruh aspek kehidupan, maka kebutuhan air juga akan meningkat. Meningkatnya pertumbuhan penduduk pada suatu daerah akan berdampak pada sarana penyediaan air bersih yang juga akan mengalami peningkatan. Desa Limau Manis merupakan salah satu desa yang sangat membutuhkan air bersih dikarenakan faktor cuaca yang tidak menentu serta menurunnya kualitas dan daya dukung lingkungan yang berpengaruh terhadap ketersediaan air bersih di daerah tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan air bersih di Desa

Limau Manis saat ini serta untuk mengetahui kebutuhan air bersih proyeksi 10 tahun ke depan. Penelitian ini menggunakan metode penelitian dengan pendekatan studi kasus. Dari hasil analisis didapatkan hasil bahwa kebutuhan air bersih pada tahun 2023 di Desa Limau Manis Kecamatan Tanjung Morawa adalah sebesar 19.076 dm³/det/thn. Kebutuhan air bersih hari maksimum pada tahun 2023 adalah sebesar 21.937 dm³/det/thn dan kebutuhan air bersih jam puncak adalah sebesar 33.383 dm³/det/thn. Setelah dilakukan analisis, pada tahun awal perencanaan (2022) didapat kebutuhan air bersih di Desa Limau Manis adalah sebesar 17.498 dm³/det/thn dengan kebutuhan air bersih hari maksimum adalah sebesar 20.123 dm³/det/thn dan kebutuhan air bersih jam puncak adalah sebesar 30.622 dm³/det/thn. Sedangkan pada akhir tahun perencanaan 2032 (proyeksi 10 tahun) didapat kebutuhan air bersih sebesar 40.917 dm³/det/thn dengan kebutuhan air bersih hari maksimum sebesar 47.055 dm³/det/thn dan kebutuhan air bersih jam puncak adalah sebesar 71.605 dm³/det/thn.

2.1.2 Pengertian Air Bersih

Menurut Kodoatie (2023), air bersih adalah air yang dipakai sehari-hari untuk keperluan mencuci, mandi, dan dapat diminum setelah dimasak. Sedangkan menurut Suripin (2002), yang dimaksud air bersih yaitu air yang aman (sehat) dan baik untuk diminum, tidak berwarna, tidak berbau, dengan rasa yang segar.

Menurut Kodoatie dan Sjarief (2010), air merupakan sumber daya alam yang paling unik jika dibandingkan dengan sumber daya lain karena sifatnya yang terbarukan dan dinamis. Menurut Permenkes No. 416/Menkes/PER/IX/1990, air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Air bersih juga dipergunakan untuk kebutuhan rumah tangga seperti untuk memasak, mencuci pakaian dan perlatan memasak atau peralatan lainnya. Selain itu juga, air digunakan untuk keperluan industri, pertanian, pemadam kebakaran, tempat rekreasi, transportasi, dan lain-lain (Amaliah, 2018).

2.1.3 Fungsi dan Peranan Air Bagi Kehidupan

Menurut Jusuf, Gunawan, (2014) manusia dan makhluk hidup lainnya tidak dapat dipisahkan dari keberadaan air, karena air merupakan komponen utama dari semua kehidupan. Karena makhluk hidup tidak akan mungkin dapat bertahan hidup tanpa adanya air.

Berikut adalah fungsi dan manfaat serta peranan penting air bagi makhluk hidup menurut Azwan Asmadi dkk, (2011).

1. Fungsi/Manfaat serta Peranan Air bagi Manusia

Kegunaan air bagi tubuh manusia antara lain adalah untuk membantu proses pencernaan, mengatur metabolisme tubuh, mengangkut zat-zat makanan dalam tubuh, mengatur keseimbangan tubuh dan menjaga tubuh agar tidak kekeringan. Menurut dokter dan para ahli kesehatan, konsumsi air yang dibutuhkan oleh tubuh adalah sebanyak 2,5 liter atau setara dengan 8 gelas setiap harinya. Selain itu air juga diperlukan dalam usaha menjaga kebersihan tubuh dengan cara mandi sebanyak dua kali sehari. Dengan melakukan mandi dua kali sehari diharapkan tubuh akan selalu bersih dan terhindar dari kuman penyakit.

2. Fungsi/Manfaat serta Peranan Air bagi Hewan

Tidak jauh berbeda dengan manusia, hewan juga membutuhkan air sebagai alat bantu untuk proses pencernaan dan juga mengatur suhu tubuh serta menjaga metabolisme tubuh hewan. Dan khusus bagi hewan air, air adalah sebagai sarana utama bagi tempat tinggal hewan tersebut. Tanpa adanya air, hewan-hewan yang memiliki habitat air tidak akan mampu bertahan hidup, seperti ikan, mamalia laut dan amfibi.

3. Fungsi/Manfaat serta Peranan Air bagi Tumbuhan

Kelangsungan hidup tumbuhan sangat bergantung pada jumlah air yang tersedia. Kegunaan air bagi tumbuhan antara lain untuk menjaga proses pertumbuhan serta menjaga agar tumbuhan tidak mengalami kekeringan. Dan apabila tumbuhan kekurangan suplai air, maka tumbuhan

akan mengalami kekeringan yang mengakibatkan tumbuhan tersebut akan mati.

Berdasarkan pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa air memiliki peranan yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup seperti untuk memenuhi cairan dalam tubuh, sebagai usaha untuk menjaga kebersihan tubuh terlebih bagi manusia dan hewan dan sebagai tempat tinggal bagi beberapa hewan dan tumbuhan.

2.1.4 Sumber Air Bersih

Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Sumber air dibagi menjadi 4 kelompok, yakni air permukaan, air tanah, air hujan dan mata air.

1. Air Permukaan

Air permukaan yang mengalir di permukaan bumi ini akan membentuk menjadi air permukaan. Air permukaan ini umumnya mendapat pengotoran selama pengalirannya. Pengotoran tersebut misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran atau limbah industri, dan lain sebagainya (Nurhadini, 2016). Dengan adanya pengotoran ini akan menyebabkan kualitas pada air permukaan menjadi berbeda-beda. Pengotoran ini terjadi secara fisik, kimia, bakteriologis (biologi). Setelah mengalami pengotoran, pada suatu saat air permukaan ini akan mengalami pembersihan. Secara umum air permukaan dibagi menjadi air sungai yang berasal dari air hujan dan mata air, air rawa atau air danau yang berasal dari air hujan mata air dan atau air sungai, air waduk yang berasal dari air hujan (Nurhadini, 2016).

2. Air Tanah

Air tanah berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi, kemudian air ini mengalami penyerapan ke dalam tanah dan terjadi penyaringan secara alami. Proses ini yang menyebabkan air tanah lebih baik dibandingkan dengan air yang dari permukaan (Widyantira, 2019). Air tanah secara umum terbagi menjadi:

a. Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal terjadi karena daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air tanah akan menjadi jernih tetapi menyebabkan lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang terlarut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur kimia tertentu untuk tiap-tiap bagian lapisan tanah. Selain untuk penyaringan, pengotoran juga masih terus berlangsung, terutama pada muka air yang dekat dengan muka tanah, setelah menemukan lapisan rapat air, air yang akan terkumpul merupakan air tanah dangkal dimana air tanah ini dimanfaatkan untuk sumber air bersih melalui sumur-sumur dangkal (Jayanti, 2018). Air tanah dangkal terdapat pada ke dalaman $\pm 15\text{m}$ sebagai sumber air bersih, air tanah ini ditinjau dari segi kualitas lumayan baik. Tetapi dari segi kuantitas kurang baik dan tergantung musim (Amaliah, 2018).

b. Air Tanah Dalam

Air tanah dalam terdapat pada bagian setelah rapat air yang pertama. Pengambilan air pada tanah dalam tidak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus menggunakan bor dan memasukan pipa ke dalamnya sampai pada ke dalaman 100 – 300 m. jika tekanan air tanah dalam ini besar, maka air dapat menyembur keluar, sumur ini disebut sumur artesis (Amaliah, 2018).

3. Air Hujan

Air hujan atau air angkasa merupakan sumber utama air yang ada di bumi. Walaupun pada saat prestipitasi merupakan air yang paling bersi, tetapi air tersebut cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran yang berlangsung di atmosfer itu dapat disebabkan oleh partikel debu, gas dan mikroorganisme, misalnya karbon dioksida, nitrogen dan ammonia (Amaliah, 2018). Dari hal itu maka kualitas air hujan ini bergantung sekali pada kualitas udara yang dilaluinya sewaktu turun ke bumi. Bila kadar SO_2 yang berada di dalam udara tinggi, maka hujan yang turun akan bersifat asam, sehingga kualitas dari air hujan tersebut tercemar. Keadaan seperti ini sering ditemukan didaerah perindustrian (Soemirat dalam Amaliah, 2018).

4. Mata Air

Air yang keluar dari mata air ini biasanya berasal dari air tanah yang muncul secara alamiah. Air yang berasal dari mata air ini belum tercemar oleh kotoran. Mata air yang berasal dari tanah dalam, tidak terpengaruh oleh musim dan kualitasnya sama dengan keadaan air dalam (Notoatmodjo, 2011).

2.1.5 Syarat Kualitas Air Bersih

Menurut Departemen Kesehatan RI (1990b) menyatakan bahwa agar air bersih tidak menimbulkan penyakit untuk manusia, maka air tersebut seharusnya memenuhi syarat kualitas yang meliputi syarat fisika, kimia, biologi dan radioaktif. Syarat fisika air bersih yaitu, yaitu air tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau. Syarat kimia untuk air bersih, yaitu air tidak mengandung zat-zat kimia yang membahayakan untuk kesehatan manusia.. syarat biologi, yaitu air bersih tidak mengandung mikroorganisme atau bakteri patogen. Untuk syarat radioaktif, yaitu tidak mengandung unsur-unsur radioaktif yang dapat membahayakan kesehatan seperti aktivitas alpha dan aktivitas beta.

Kualitas air yang baik adalah :

a. Secara fisik

1. Rasa Kualitas air bersih yang baik adalah tidak berasa. Rasa dapat ditimbulkan karena adanya zat organik atau bakteri / unsur lain yang masuk ke badan air.
2. Bau Kualitas air bersih yang baik adalah tidak berbau, karena bau ini dapat ditimbulkan oleh pembusukan zat organik seperti bakteri serta kemungkinan akibat tidak langsung dari pencemaran lingkungan, terutama sistem sanitasi.
3. Suhu Secara umum, kenaikan suhu perairan akan mengakibatkan kenaikan aktivitas biologi sehingga akan membentuk O₂ lebih banyak lagi. Kenaikan suhu perairan secara alamiah biasanya disebabkan oleh aktivitas penebangan vegetasi di sekitar sumber air tersebut, sehingga menyebabkan

banyaknya cahaya matahari yang masuk tersebut mempengaruhi akuifer yang ada secara langsung atau tidak langsung (Chay, 1995: 54)

4. Keekeruhan Keekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan – bahan organik dan anorganik, keekeruhan juga dapat mewakili warna. Sedang dari segi estetika keekeruhan air dihubungkan dengan kemungkinan hadirnya pencemaran melalui buangan dan warna air tergantung pada warna buangan yang memasuki badan air.
 5. TDS atau jumlah zat padat terlarut (*total dissolved solids*) Bahan pada adalah bahan yang tertinggal sebagai residu pada penguapan dan pengeringan pada suhu 1030 – 105o C, dalam *portable water* kebanyakan bahan bakar terdapat dalam bentuk terlarut yang terdiri dari garam anorganik selain itu juga gas-gas yang terlarut. Kandungan total solids pada *portable water* biasanya berkisar antara 20 sampai dengan 1000 mg/l dan sebagai satu pedoman kekerasan dari air akan meningkatnya total solids, disamping itu pada semua bahan cair jumlah koloit yang tidak terlarut dan bahan yang tersuspensi akan meningkat sesuai derajat dari pencemaran (Sutrisno, 1991 : 33). Zat pada selalu terdapat dalam air dan kalau terlalu banyak tidak baik untuk air minum, banyaknya zat padat yang disyaratkan untuk air minum adalah kurang dari 500 mg/l. pengaruh yang menyangkut aspek kesehatan dari pada penyimpangan kualitas air minum dalam hal total solids ini yaitu bahwa air akan meberikan rasa tidak enak pada lidah dan rasa mual.
- b. Secara kimia Kandungan zat atau mineral yang bermanfaat dan tidak mengandung zat beracun.
1. pH (derajat keasaman)

Penting dalam proses penjernihan air karena keasaman air pada umumnya disebabkan gas Oksida yang larut dalam air terutama karbondioksida. Pengaruh yang menyangkut aspek kesehatan dari pada penyimpangan standar kualitas air minum dalam hal pH yang lebih kecil 6,5 dan lebih besar dari 9,2 akan tetapi dapat menyebabkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang sangat mengganggu kesehatan.

2. Keadahan

Kesadahan ada dua macam yaitu kesadahan sementara dan kesadahan nonkarbonat (permanen). Kesadahan sementara akibat keberadaan Kalsium dan Magnesium bikarbonat yang dihilangkan dengan memanaskan air hingga mendidih atau menambahkan kapur dalam air. Kesadahan nonkarbonat (permanen) disebabkan oleh sulfat dan karbonat, Chlorida dan Nitrat dari Magnesium dan Kalsium disamping Besi dan Alumunium. Konsentrasi kalsium dalam air minum yang lebih rendah dari 75 mg/l dapat menyebabkan penyakit tulang rapuh, sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi dari 200 mg/l dapat menyebabkan korosifitas pada pipa-pipa air. Dalam jumlah yang lebih kecil magnesium dibutuhkan oleh tubuh untuk pertumbuhan tulang, akan tetapi dalam jumlah yang lebih besar 150 mg/l dapat menyebabkan rasa mual.

3. Besi

Air yang mengandung banyak besi akan berwarna kuning dan menyebabkan rasa logam besi dalam air, serta menimbulkan korosi pada bahan yang terbuat dari metal. Besi merupakan salah satu unsur yang merupakan hasil pelapukan batuan induk yang banyak ditemukan diperairan umum. Batas maksimal yang terkandung didalam air adalah 1,0 mg/l.

4. Aluminium

Batas maksimal yang terkandung didalam air menurut Peraturan Menteri Kesehatan No 82 / 2001 yaitu 0,2 mg/l. Air yang mengandung banyak aluminium menyebabkan rasa yang tidak enak apabila dikonsumsi.

5. Zat organik

Larutan zat organik yang bersifat kompleks ini dapat berupa unsur hara makanan maupun sumber energi lainnya bagi flora dan fauna yang hidup di perairan (Chay, 1995:541).

6. Sulfat

Kandungan sulfat yang berlebihan dalam air dapat mengakibatkan kerak air yang keras pada alat merebus air (panci / ketel)selain

mengakibatkan bau dan korosi pada pipa. Sering dihubungkan dengan penanganan dan pengolahan air bekas.

7. Nitrat dan nitrit

Pencemaran air dari nitrat dan nitrit bersumber dari tanah dan tanaman. Nitrat dapat terjadi baik dari NO₂ atmosfer maupun dari pupuk-pupuk yang digunakan dan dari oksidasi NO₂ oleh bakteri dari kelompok Nitrobacter. Jumlah Nitrat yang lebih besar dalam usus cenderung untuk berubah menjadi Nitrit yang dapat bereaksi langsung dengan hemoglobine dalam daerah membentuk methaemoglobine yang dapat menghalang perjalanan oksigen didalam tubuh.

8. Chlorida

Dalam konsentrasi yang layak, tidak berbahaya bagi manusia. Chlorida dalam jumlah kecil dibutuhkan untuk desinfektan namun apabila berlebihan dan berinteraksi dengan ion Na⁺ dapat menyebabkan rasa asin dan korosi pada pipa air.

9. Zink atau Zn

Batas maksimal Zink yang terkandung dalam air adalah 15 mg/l. penyimpangan terhadap standar kualitas ini menimbulkan rasa pahit, sepet, dan rasa mual. Dalam jumlah kecil, Zink merupakan unsur yang penting untuk metabolisme, karena kekurangan Zink dapat menyebabkan hambatan pada pertumbuhan anak.

c. Secara Biologis

1. Colli

Air minum tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (patogen) sama sekali tidak boleh mengandung bakteri coli melebihi batas-batas yang telah ditentukan yaitu 1 coli/100 ml air (Sutrisno, 1991 : 23).

2. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD yaitu suatu uji yang menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan misalnya kalium dikromat untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat dalam air (Nurdijanto, 2000 : 15). Kandungan COD dalam air bersih berdasarkan Peraturan

Menteri Kesehatan RI No 82 / 2001 mengenai baku mutu air minum golongan B maksimum yang dianjurkan adalah 12 mg/l. apabila nilai COD melebihi batas dianjurkan, maka kualitas air tersebut buruk.

3. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Adalah jumlah zat terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk memecah bahan – bahan buangan didalam air (Nurdijanto, 2000 : 15). Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan. Penggunaan oksigen yang rendah menunjukkan kemungkinan air jernih, mikroorganisme tidak tertarik menggunakan bahan organik makin rendah BOD maka kualitas air minum tersebut semakin baik. Kandungan BOD dalam air bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No 82 / 2001 mengenai baku mutu air dan air minum golongan B maksimum yang dianjurkan adalah 6 mg/l

Berdasarkan Permenkes No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia tercantum dalam Permenkes RI No.32 Tahun 2017 sebagai berikut :

Tabel 2.1 Parameter Fisik Dalam Standar 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 (Total | mg/l | 1000 |

| | | | |
|---|------------------|----|--------------------|
| | Dissolved Solid) | | |
| 4 | Suhu | °C | Suhu udara \pm 3 |
| 5 | Rasa | | Tidak berasa |
| 6 | Bau | | Tidak berbau |

Sumber: Permenkes RI No 32 Tahun 2017

Tabel 2.2 Parameter Bakteriologis 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 No 32 Tahun 2017

2.1.6 Kebutuhan Air Bersih

Menurut Asmadi, khayani dan kasjono 2011, Kebutuhan air bersih yaitu banyaknya air yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air dalam kegiatan sehari-hari seperti mandi, mencuci, memasak, menyiram tanaman dan lain sebagainya. Sumber air bersih untuk kebutuhan hidup sehari-hari secara umum harus memenuhi standar kuantitas dan kualitas.

Pada umumnya kebutuhan air bersih dibagi menjadi dua kategori yaitu kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik. Dua kategori tersebut dibedakan berdasarkan tujuan kebutuhan air itu sendiri.

Berdasarkan peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007, standar kebutuhan air domestik dan non domestik adalah :

1. Domestik perkotaan : 120 – 150 Lt/orang/hari
2. Domestik pedesaan : minimal 60 Lt/orang/hari

3. Non domestik : tambahan $15 - 30\% \times$ kebutuhan domestik atau disesuaikan dengan spesifikasi kebutuhan lokasi/daerah.

Menurut Departemen Pekerjaan Umum disebutkan bahwa standar kebutuhan air bersih perorang berbeda menurut kategori kota dan jumlah penduduk dimana mereka berada. Jumlah kebutuhan air setiap orang tersebut dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Standar Kebutuhan Air Bersih Menurut Jenis Kota

| No. | Kategori wilayah | Jumlah penduduk jiwa) | Kebutuhan air (lt/orang/hari) |
|-----|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|
| 1. | Kota Metropolitan (I) | >1.000.000 | 150 |
| 2. | Kota Besar (II) | 500.000 – 1.000.000 | 130 |
| 3. | Kota Sedang (III) | 100.000 – 500.000 | 110 |
| 4. | Kota Kecil (IV) | 20.000 – 100.000 | 90 |
| 5. | Desa (V) | 1.249 | 60 |

Sumber : Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2020

Tabel 2.4 Kriteria Perencanaan Air Bersih

| Uraian | Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa) | | | | |
|---|--|---------------------|-------------------|------------------|---------|
| | >1.000.000 | 500.000 – 1.000.000 | 100.000 – 500.000 | 20.000 – 100.000 | <20.000 |
| | Kota Metropolitan | Kota Besar | Kota Sedang | Kota Kecil | Desa |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (liter/orang/hari) | 190 | 170 | 130 | 100 | 80 |

| Uraian | Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa) | | | | |
|--|---|---------------------------|-------------------------|------------------------|---------|
| | >1.000.000 | 500.000 – 1.000.000 | 100.000 – 500.000 | 20.000 – 100.000 | <20.000 |
| | Kota Metropolitan | Kota Besar | Kota Sedang | Kota Kecil | Desa |
| Konsumsi Unit Hidran (HU) (liter/orang/hari) | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Konsumsi Unit Non Domestik (liter/orang/hari) | 20-30 | 20-31 | 20-32 | 20-33 | 20-34 |
| Kehilangan Air (%) | 20-30 | 20-30 | 20-30 | 20-30 | 20-30 |
| Faktor Hari Maksimum | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| Faktor Jam Puncak | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Jumlah Jiwa per SR (jiwa) | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Jumlah Jiwa per HU (jiwa) | 100 | 100 | 100 | 100-200 | 200 |
| Sisa Tekan di Penyediaan Distribusi (Meter) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Jam Operasi (jam) | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| Volume Reservoir (%) Max Day Demand) | 15-25 | 15-25 | 15-25 | 15-25 | 15-25 |
| SR:HU | 50 : 50 s/d 80 : 20 | 50 : 50 s/d 80 : 20 | 80 : 20 | 70 : 30 | 70 : 30 |

| Uraian | Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa) | | | | |
|-------------------------------|---|---------------------------|-------------------------|------------------------|---------|
| | >1.000.000 | 500.000 – 1.000.000 | 100.000 – 500.000 | 20.000 – 100.000 | <20.000 |
| | Kota Metropolitan | Kota Besar | Kota Sedang | Kota Kecil | Desa |
| Cakupan Wilayah Pelayanan (%) | 90 | 90 | 90 | 90 | 70 |

Sumber : Direktorat Jendral Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, 2015

2.1.7 Permasalahan Air Bersih Penduduk

Air bersih bagi penduduk di suatu wilayah merupakan suatu prasarana yang sangat penting untuk menunjang keberlangsungan daerah tersebut untuk berkembang. Sejalan dengan meningkatnya populasi penduduk, maka kebutuhan untuk air bersih pun meningkat, baik dalam kualitas maupun kuantitas. Air bukan lagi sebagai barang yang tersedia secara melimpah dan bebas digunakan, melainkan telah menjadi komoditi ekonomi yang makin langka, sehingga diperlukan pengelolaan yang tepat (Kodoatie & Robert, 2002).

Menurut Johnstone dan Wood dalam Mungkasa (2006) menerangkan bahwa masyarakat yang tidak dapat mengakses air bersih harus menanggung konsekuensi berupa :

1. Tingginya biaya untuk memperoleh air bagi masyarakat yang tidak punya akses. Masyarakat menghabiskan sekitar 10-40% dari penghasilannya atau mungkin 10-100 kali lipat harga air tarif rata-rata (*Black* dalam Mungkasa, 2004). Sedangkan air minum dianggap mahal jika pengeluaran melampaui 3 persen dari pendapatan rata-rata penduduk (*Water Academy* dalam Mungkasa, 2004).

2. Konsumsi air bersih menurun. Dengan tingginya biaya, jauh jarak dan waktu yang lama untuk mendapatkan air bersih menjadikan masyarakat tidak dapat memenuhi kebutuhan standar air bersih. Hilangnya pendapatan karena turunnya produktivitas dan bertambahnya biaya kesehatan. Dengan tidak adanya akses ke air bersih berpengaruh langsung atau tidak langsung pada pendapatan dan kesehatan karena banyak masyarakat yang terkena penyakit.

Menurut Bappenas (2007) dalam Subagyo et al, (2013) akses terhadap air bersih meliputi 5 (lima) indikator yaitu kualitas, kuantitas, kontinuitas, kehandalan layanan, keterjangkauan (jarak, waktu, dan harga). Capaian dari sasaran pembangunan sektor air bersih sesuai dengan target MDG's dikendalikan dengan indikator pemantauan berupa proporsi/jumlah penduduk yang menggunakan sumber air bersih yang terjaga / *improved water source (UNESCO-International Hydrological Programme, 2015)*.

2.1.8 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kebutuhan Air Bersih

Menurut Imron Builcin, Pada dasarnya jumlah kebutuhan sarana dan prasarana dipengaruhi oleh tiga variabel yaitu :

- a. Jumlah penduduk yang dilayani. semakin besar jumlah penduduk semakin besar pula sarana dan prasarana yang dibutuhkan.
- b. Luas wilayah yang ditempati penduduk, semakin luas dan tersebarnya penduduk perkotaan, semakin besar pula jumlah sarana dan prasarana yang perlu disediakan.
- c. Pendapatan perkapita, permintaan akan jasa pelayanan umum bersifat elastis terhadap pendapatan (*income elastic*), seiring dengan meningkatnya pendapatan, penduduk cenderung membutuhkan tingkat pelayanan perkotaan yang lebih baik secara kuantitas maupun kualitas.

2.1.9 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penggunaan Air

Menurut Linsiey at.al, 1995 faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan air adalah :

- a. Iklim, kebutuhan air untuk keperluan sehari-hari seperti mandi, mencuci, menyiram tanaman semakin tinggi pada musim kering/kemarau.
- b. Ciri-ciri penduduk. taraf hidup dan kondisi sosial ekonomi penduduk mempunyai korelasi positif dengan jumlah kebutuhan air. Artinya pada penduduk dengan kondisi sosial ekonomi yang baik dan taraf hidup yang tinggi akan membutuhkan air yang lebih banyak dari pada penduduk dengan sosial ekonomi yang kurang mencukupi dan taraf hidupnya lebih rendah. Meningkatnya kualitas kehidupan penduduk menyebabkan terjadinya peningkatan aktivitas hidup yang diikuti pula dengan meningkatnya kebutuhan air.

2.1.10 Sistem Jaringan Perpipaan Air Bersih

Sistem jaringan perpipaan berfungsi untuk mengalirkan zat cair dari satu tempat ke tempat yang lain. Aliran terjadi karena adanya perbedaan tinggi tekanan di kedua tempat, yang bisa terjadi karena adanya perbedaan tinggi tekanan di kedua tempat, yang bisa terjadi karena adanya perbedaan elevasi muka air atau karena digunakan pompa (Triatmadja, 2021).

a. Pengaliran dalam pipa

Pendistribusian air minum kepada konsumen dengan kuantitas, kualitas dan tekanan yang cukup memerlukan sistem jaringan perpipaan yang baik, reservoir, pompa dan dan peralatan yang lain. Metode dari pendistribusian air tergantung pada kondisi topografi dari sumber air dan posisi para konsumen berada. Sistem pengaliran air dapat dilakukan dengan cara :

- a. Cara Gravitasi Cara pengaliran gravitasi digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan,

sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan. Cara ini dianggap cukup ekonomis, karena hanya memanfaatkan beda ketinggian lokasi.

- b. Cara Pemompaan Pada cara ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari *reservoir* distribusi ke konsumen. Sistem ini digunakan jika elevasi antara sumber air atau instalasi pengolahan dan daerah pelayanan tidak dapat memberikan tekanan yang cukup.

b. Komponen sistem jaringan perpipaan

1. Sistem Sumber terdiri dari sistem pengambilan air bersih. Dalam sistem ini ada beberapa macam sumber penyediaan air bersih diantaranya air hujan, air permukaan dan air tanah.
2. Sistem Transmisi suatu sistem perpipaan yang mengalirkan air dari bangunan penyadap air baku ke bangunan pengolahan air sampai *reservoir* distribusi.
3. Sistem Distribusi Sistem distribusi yaitu sistem perpipaan yang mengalirkan air dari *reservoir* sampai ke konsumen.

2.1.11 Distribusi Air Bersih

1. Sistem Distribusi Air Bersih

Menurut Salmani (2018) sistem distribusi adalah sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Sistem ini terdiri dari *reservoir* dan pipa distribusi. Dua hal penting yang harus diperhatikan pada sistem distribusi adalah tersedianya jumlah air yang cukup dan tekanan yang memenuhi (kontinuitas pelayanan), serta menjaga keamanan kualitas air yang berasal dari instalasi pengolahan. Tugas pokok sistem distribusi air bersih adalah menghantarkan air bersih kepada para pelanggan yang akan dilayani, dengan tetap memperhatikan faktor kualitas, kuantitas dan tekanan air sesuai dengan perencanaan awal. Faktor yang didambakan oleh para pelanggan adalah ketersediaan air setiap waktu.

Menurut Damanhuri, E, (1989) sistem distribusi adalah sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Sistem ini meliputi sistem perpipaan dan perlengkapannya, hidraan kebakaran, tekanan tersedia, sistem pemompaan, dan *reservoir* distribusi.

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. Oleh sebab 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, kerana 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 di perhatikan antara lain :

1. Daerah layanan dan jumlah penduduk yang akan dilayani daerah ini meliputi wilayah IKK (ibu kota 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 :

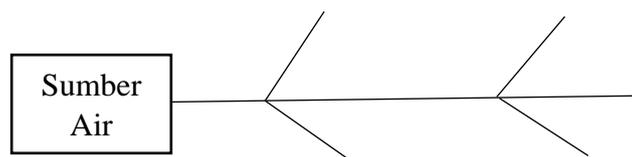
1. Sambungan halaman yaitu sambungan pipa distribusi dari pipa induk pipa utama ke tiap-tiap rumah atau halaman.
2. Sambungan rumah yaitu sambungan pipa distribusi dari pipa induk/pipa utama ke masing-masing utilitas rumahtangga.

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 pola sistem penyediaan air bersih di bagi menjadi :

1) Sistem Cabang (Terbuka)

Adalah sistem pendistribusian air bersih yang bersifat terputus membentuk cabang-cabang sesuai dengan daerah pelayanan.



Gambar 2.1 Sistem Cabang Terbuka

Keuntungan :

- a) Tidak membutuhkan perhitungan dimensi pipa yang rumit karena debit dapat dibagi berdasarkan cabang-cabang pipa pelayanan.
- b) Untuk pengembangan daerah pelayanan lebih mudah karena hanya tinggal menambah sambungan pipa yang telah ada.

Kerugian :

- a) Jika terjadi kebocoran atau kerusakan pengaliran pada seluruh daerah akan terhenti.
- b) Pembagian debit tidak merata.

- c) Operasional lebih sulit karena pipa yang satu dengan yang lain saling berhubungan.

2. Sistem Loop Tertutup

adalah sistem perpipaan melingkar dimana ujung pipa yang satu bertemu dengan ujung pipa yang lain.



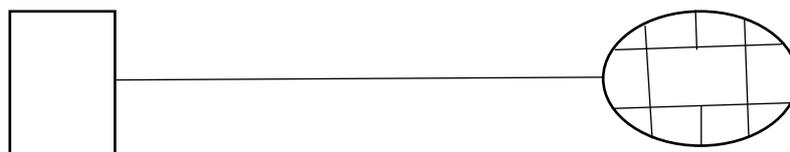
Gambar 2.2 Sistem Loop Tertutup

Keuntungan :

- Debit terbagi rata karena perencanaan diameter berdasarkan pada jumlah kebutuhan total
- Jika terjadi kebocoran atau kerusakan atau perubahan diameter pipa maka hanya daerah tertentu yang tidak mendapat pengaliran, sedangkan untuk daerah yang tidak mengalami kerusakan aliran air tetap berfungsi.
- Pengoperasian jaringan lebih mudah. Kerugian: Perhitungan dimensi perpipaan membutuhkan kecermatan agar debit yang masuk pada setiap pipa merata.

3. Sistem Melingkar

Dibandingkan dengan sistem-sistem sebelumnya merupakan sistem yang terbaik. Sirkulasi air dalam jaringan lancar, bila ada perbaikan kerusakan distribusi air tidak akan terhenti. Namun kerugiannya yaitu biaya investasi mahal dan sistem operasi yang sulit.



Gambar 2.3 Sistem Melingkar

2.1.12 Jenis Pipa dan Alat Sambung

Pipa adalah benda berbentuk silinder dengan lubang di tengahnya yang terbuat dari logam maupun bahan-bahan lain sebagai sarana pengaliran atau transportasi fluida berbentuk cair, gas maupun udara. Jenis pipa yang dapat digunakan pada instalasi penyediaan air bersih meliputi :

1. Pipa Poly Vinyl Chloride atau PVC

Pipa PVC merupakan pipa yang dibuat dari penggabungan bahan vinyl plastik. Penggabungan tersebut menciptakan pipa yang ringan, kuat, tidak berkarat serta akan tahan lama. Tipe pipa seperti ini lebih pas dipakai pada instalasi air bersuhu dingin saja.

2. Pipa High-Density Poly Ethylene atau HDPE

Pipa HDPE merupakan pipa yang dibuat dari material poly-ethylene dimana material tersebut mempunyai kepadatan yang tinggi sehingga tipe pipa seperti ini mampu menahan tekanan yang amat tinggi. Adapun dari karakteristik pipa ini yaitu kuat, lentur maupun fleksibel serta tahan akan bahan kimia.

Penyambungan pipa merupakan keterbatasan panjang dari pipa yang dijual di pasaran, maka dalam pekerjaan suatu instalasi kita tak terlepas dari penyambungan-penyambungan. Adapun macam-macam alat sambung yang sering digunakan adalah sebagai berikut :

1. *Bell and Spigot*

Spigot dari suatu pipa dimasukkan ke dalam *bell (socket)* pipa lainnya. Untuk menghindari kebocoran dan menahan pipa serta memungkinkan terjadinya defleksi (berubahnya sudut sambungan) maka sambungan biasanya dilengkapi dengan gasket.

2. *Bend*

Alat yang digunakan untuk membengkokkan pipa, dengan sudut belokan 90° ; 45° ; 22,5° ; 11,5°.

3. *Flange Joint*

Biasanya dipakai untuk pipa bertekanan tinggi, untuk sambungan yang dekat dengan instalasi pompa sebelum ke dua flange disatukan dengan mur dan baut, maka di antara flange disisipkan packing untuk mencegah kebocoran.

4. *Increaser dan Reducer*

Increaser digunakan untuk menyambung pipa diameter kecil ke diameter besar (arah aliran dari diameter kecil ke diameter besar). Sedangkan *reducer* sebaliknya.

5. *Tee*

Tee digunakan Untuk menyambung pipa pada percabangan. Sambungan ini punya ciri khas pada bentuknya sangat mirip dengan huruf “T”, bentuk aliran yang dihasilkan beawal dari pipa lurus yang dibelokkan kekiri dan ke kanan.

6. *Tapping Bend*

Dipasang pada tempat yang tidak perlu disadap, untuk dialirkan ke tempat yang lain. Dalam hal ini pipa distribusi dibor dan tapping bend dipasang dengan baut di sekeliling pipa dengan memeriksa agar cicin melingkar penuh pada sekeliling lubang dan tidak menutupi lubang tapping.

2.1.13 Flaktuasi Kebutuhan Air

Kebutuhan air pada suatu daerah tidak selalu sama untuk setiap saat dan setiap harinya. Kebutuhan air tersebut akan mengalami flaktuasi sesuai dengan aktivitas penggunaan air selama proses pemakaiannya dan juga tergantung pada keseharian masyarakat pengguna air. Kebutuhan air itu sendiri terbagi kedalam tiga kelompok kebutuhan yaitu, kebutuhan rata-rata, kebutuhan harian maksimum dan kebutuhan jam puncak.

Pemakaian air akan memuncak lebih besar dari pada kebutuhan air rata-rata perhari. Pemakaian air tersebut dinamakan pemakaian jam puncak. Pada saat jumlah produksi air bersih lebih besar daripada jumlah pemakaian air, maka

kelebihan air tersebut untuk sementara disimpan dalam bak penampung, dan digunakan kembali untuk memenuhi kekurangan air pada saat jumlah produksi air bersih lebih kecil daripada jumlah pemakaian air.

2.1.14 Bangunan Pengolahan Air

a) Bangunan Penampungan Awal Air

Pada sistem pertama merupakan tempat penampungan air dari sumber, unit ini berfungsi sebagai tempat penampungan air dari sumber airnya. Selain itu unit ini dilengkapi dengan *Bar Sceen* yang berfungsi sebagai penyaring awal dari benda-benda yang ikut tergenang dalam air seperti sampah daun, kayu dan benda-benda lainnya. Berdasarkan Pedoman BPPSPAM Departemen Pekerjaan Umum (2014), Bangunan penangkap air baku untuk air minum dibagi menjadi dua, yaitu :

1. *Broncaptering*

Broncaptering merupakan bangunan penangkap mata air artesis kurang lebih yang muncul ke permukaan tanah secara alami, dimana air tersebut kemudianditampung ke dalam ruang pengumpul. Ruang pengumpul dilengkapi dengan pipa, katup, dan manhole sesuai kebutuhan. Jika mata air yang meresap mengandung pasir, perlu dibangun ruang pengendapan. (Andaerri, 2016) 2)

2. *Intake*

Intake merupakan bangunan untuk pengumpulan air baku yang kemudianakan dialirkan menuju instalasi pengolahan air bersih. (Gaib, 2016). Unit *intake* berfungsi untuk mengumpulkan air dari sumber untuk menjaga kuantitas debit air, menyaring benda-benda kasar, mengambil air baku sesuai dengan debit yang diperlukan oleh instalasi pengolahan yang direncanakan demi menjaga kontinuitas penyediaan dan pengambilan air dari sumber. Bangunan *intake* juga dilengkapi dengan *screen*, pintu air, dan saluran pembawa.

b) Bangunan Pengolah Air (*Water Treatment Plant*)

Pada sistem kedua yang biasa disebut Instalasi Pengolahan Air (IPA) atau *Water Treatment Plant* (WTP) adalah sistem yang terintegrasi berfungsi untuk mengolah air dari kualitas air baku terkontaminasi (*contaminated rawwater*) menjadi kualitas air yang diinginkan sesuai standar mutu yang sudah ditentukan. Secara umum terdiri 4 bagian yaitu koagulasi (*coagulation*), flokulasi (*flocculation*), pengendapan (*sedimentation*), penyaringan (*filtration*).

1. Tahap Koagulasi (*Coagulation*)

Pada tahap ini, air yang berasal dari penampungan awal diproses dengan menambahkan zat kimia Tawas (alum) atau zat sejenis seperti zat garam besi (*saltsiron*) atau dengan menggunakan sistem pengadukan cepat (*rapid mixing*). Air yang kotor atau keruh umumnya karena mengandung berbagai partikel koloid yang tidak terpengaruh gaya gravitasi sehingga tidak bisa mengendap dengan sendirinya. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menghancurkan partikel koloid (yang menyebabkan air keruh) tadi sehingga terbentuk partikel-partikel kecil namun masih sulit untuk mengendap dengan sendirinya.

2. Tahap Flokulasi (*Flocculation*)

Proses Flokulasi adalah proses penyisihan kekeruhan air dengan cara penggumpalan partikel untuk dijadikan partikel yang lebih besar (partikel flok). Pada tahap ini, partikel-partikel kecil yang terkandung dalam air digumpalkan menjadi partikel-partikel yang berukuran lebih besar (Flok) sehingga dapat mengendap dengan sendirinya karena gravitasi pada proses berikutnya. Di proses flokulasi ini dilakukan dengan cara pengadukan lambat (*slow mixing*).

3. Tahap Pengendapan (*Sedimentation*)

Pada tahap partikel-partikel flok tersebut mengendap secara alami didasar penampungan karena massa jenisnya lebih besar dari unsur air. Kemudian air dialirkan masuk ke tahap penyaringan (*filtration*). 4) Tahap Penyaringan (*Filtration*) Pada tahap ini air disaring melewati media

penyaring yang disusun dari bahan-bahan biasanya berupa pasir dan kerikil silica. Proses ini ditujukan untuk menghilangkan bahan-bahan terlarut dan tak larut. Secara umum setelah melalui proses penyaringan ini air langsung masuk ke unit Penampungan Akhir. Namun untuk meningkatkan kualitas air kadang diperlukan proses tambahan seperti :

a. Proses Pertukaran Ion (*Ion Exchange*)

Proses pertukaran ion bertujuan untuk menghilangkan zat pencemar anorganik yang tidak dapat dihilangkan oleh proses filtrasi atau sedimentasi. Proses pertukaran ion juga digunakan untuk menghilangkan arsenik, kromium, kelebihan fluorida, nitrat, radium dan uranium.

b. Proses Penyerapan (*Absorption*)

Proses ini bertujuan untuk menyerap / menghilangkan zat pencemar organik, senyawa penyebab rasa, bau dan warna. Biasanya dengan membubuhkan bubuk karbon aktif ke dalam air tersebut.

c. Proses Disinfeksi (*Disinfection*)

Sebelum masuk ke unit penampungan akhir, air melalui proses disinfeksi dahulu yaitu proses pembubuhan bahan kimia *Chlorine* yang bertujuan untuk membunuh bakteri atau mikroorganisme berbahaya yang terkandung di dalam air tersebut.

c) Bangunan *Reservoir*

Air yang sudah melewati proses pengolahan tersebut sudah bersih dan bebas dari bakteriologis kemudian ditampung pada bak *reservoir* untuk didistribusikan pada konsumen. Dilihat dari penempatan *reservoir*, dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

1. *Reservoir* bawah tanah (*ground reservoir*) adalah *reservoir* yang ditempatkan di permukaan tanah, baik yang dibawah atau muncul Sebagian maupun di atas permukaan tanah.
2. Menara air (*elevated reservoir*) adalah *reservoir* yang ditempatkan di suatu bangunan atau penyangga yang mempunyai ketinggian dari permukaan

tanah. Sesuai dengan fungsinya *reservoir* dapat dibedakan atas dua jenis yaitu :

- a. *Reservoir* distribusi adalah bangunan penampung air bersih dari instalasi pengolahan air atau mata air untuk kemudian didistribusikan ke daerah pelayanan melalui jaringan pipa distribusi.
- b. *Reservoir* penyeimbang adalah reservoir yang menampung kelebihan air pada saat pemakaian air oleh konsumen relatif lebih kecil dari air yang masuk, kemudian didistribusikan kembali pada saat pemakaian air oleh konsumen relatif lebih besar dari pada air yang masuk.

d) Tangki Air

Tangki Air adalah sebuah wadah untuk menyimpan persediaan air, mulai dari persediaan air minum, irigasi pertanian, untuk tanaman dan ternak, hingga digunakan sebagai media penyimpanan bahan kimia oleh perusahaan yang bergerak dibidang kimia. Dalam perkembangannya, tangki air profil tank mengalami banyak perubahan desain dan bahan pembuatnya. Untuk saat ini, bahan yang paling banyak digunakan untuk membuat tangki air adalah plastik dan stainless steel. Tangki air atau tandon air merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengumpulkan air. Maksud dari mengumpulkan air yaitu lebih mengarah sebagai bentuk penampungan air untuk tujuan tertentu, air itu dapat berasal dari berbagai sumber.

2.1.15 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 diperlukan. Fungsi utama dari bangunan *intake* adalah menangkap air dari sumber air untuk diolah dalam instalasi pengolahan air bersih.

Bangunan *intake* memiliki tipe yang bermacam-macam, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. *River Intake*

Kelengkapan dan cara kerja *River Intake* :

- a. *Screen* : menyisihkan benda – benda besar seperti ranting, daun dan sebagainya.
- b. Sumur pengumpul : untuk menampung air dari badan air melalui pipa inlet sesuai dengan debit yang dibutuhkan.
- c. *Strainer* : menyaring benda – benda kecil misalnya : kerikil, biji – bijian.
- d. *Suction Pipe* : mengambil air dari sumur pengumpul setelah melalui strainer kemudian diolah.

2. *Direct Intake*

Biasanya digunakan untuk sumber air dari danau atau sungai yang dalam dimana kemungkinan terjadinya erosi pada dinding dan pengendapan pada bagian dasar. Kelengkapan dan cara kerja :

- a. *Strainer* : menyisihkan benda – benda kecil, misalnya kerikil, biji – bijian dan sebagainya.
- b. Pipa hisap : berguna untuk mengambil air setelah melalui strainer

3. *Canal Intake*

Digunakan untuk air yang berasal dari *Canal*. Dinding *Chamber* sebaiknya terbuka ke arah *Canal* dan dilengkapi dengan saringan kasar. Dari *chamber* air dialirkan dengan pipa yang ujungnya terdiri dari *Bell Mouth* yang terbentuk setengah bola yang perforated (berlubang – lubang).

Kelengkapan dan cara kerja *Canal Intake* :

- a. *Screen* : menyisihkan benda – benda , misalnya ranting, daun, batu, dan sebagainya.
- b. *Bell Mouth Strainer* : menyisihkan benda-benda kecil, misalnya kerikil, biji – bijian dan sebagainya.
- c. Pipa Supply : mengambil air dari bak pengumpul setelah *Bell Mouth Strainer*

4. Reservoir (Dam Intake)

Digunakan untuk air yang diambil dari dam, baik yang alamiah maupun dari dam. Menara *intake* dibuat terpisah dengan dam pada bagian up stream. Beberapa inlet pada beberapa muka air dibuat di menara untuk dapat mengambil air yang berfluktuasi muka airnya. Jika air di *reservoir* dapat mengalir secara gravitasi, maka tidak diperlukan pemompaan dari menara. Kelengkapan dan cara kerja *Reservoir Intake* sebagai berikut :

- a. Pipa Inlet dengan Screen : pipa yang mengambil air dari badan air dengan dilapisi penyaring untuk menyisihkan benda besar, misalnya : ranting, batu, daun dan sebagainya.
- b. Sumur Pengumpul : tempat air yang diambil dari badan air melalui pipa inlet.
- c. Pipa Hisap : pipa yang berfungsi untuk mengambil air dari sumur pengumpul menuju ke pengolahan

5. *Spring Intake*

Digunakan untuk air yang diambil dari mata air dalam pengumpul air dari mata air, haruslah dijaga supaya kondisi tanah tidak terganggu. Air permukaan dekat mata air sebaiknya tidak meresap ke dalam tanah, dan bercampur dengan air dari mata air. Untuk itu perlu dibuat saluran untuk mengalirkan air permukaan ini secepat mungkin. Dinding pemotong hendaknya dibuat cukup dalam dan lapisan yang mengandung air. Jika air membawa banyak pasir. Cara kerja *Spring Intake* :

- a. Saluran Air : masuknya air dari mata air ke dalam bak pengumpul.
- b. Bak Pengumpul : tempat berkumpulnya air sebelum diolah.
- c. *Presettling* : mengendapkan benda – benda kecil, misalnya : pasir yang terbawa melalui saluran irigasi.
- d. Pipa *Supply* dengan *Strainer* : dialirkan air dari bak pengumpul melalui pipa dengan menyalurkan benda – benda kecil seperti pasir.

Perencanaan bangunan *intake* harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

1. Bangunan *intake* harus dapat menjamin penyaluran air baku dari sumbernya ke sistem penyediaan air minum setiap saat baik pada tinggi permukaan air di sumber air baku dalam keadaan maksimum maupun minimum.
2. Bangunan *intake* harus dapat mencegah masuknya sampah dan kotoran lainnya yang dapat mengganggu bekerjanya pompa penyedot air baku
3. Lokasi bangunan *intake* harus dipilih sedemikian rupa sehingga dapat menghindari bertumpuknya lumpur yang dibawa oleh aliran sungai pada muka *intake* yang dapat menyumbat aliran air masuk kedalam *intake*. Bangunan *intake* harus ditempatkan pada lokasi dengan kondisi tanah yang stabil dan diperkuat dengan pondasi pancang sehingga dapat aman terhadap kemungkinan longsor maupun amblas.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Metode Analisis Data

1. Perkiraan Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk adalah menentukan perkiraan jumlah penduduk pada beberapa tahun mendatang, sesuai dengan periode perencanaan yang diinginkan. Data yang diperlukan adalah jumlah penduduk maupun persentase kenaikan jumlah penduduk rata-rata pertahun yang diperoleh dari analisis data jumlah penduduk selama 5 tahun terakhir, serta rata-rata kenaikan jumlah penduduk selama 5 tahun terakhir. Ada 3 rumus untuk menentukan proyeksi jumlah penduduk yang dipakai, yaitu metode aritmatika, dan geometri. Kriteria untuk memilih salah satu metode tersebut dengan menggunakan rumus Standar Deviasi (SD). Standar deviasi harus yang paling kecil, karena nilai standar deviasi yang kecil menunjukkan bahwa data yang didapat dari proyeksi tidak berbeda jauh dengan data aslinya. Ketiga metode tersebut adalah sebagai berikut (Salmani, 2018) :

a. Metode Aritmatika

Rumus yang digunakan adalah :

$$P_t = P_o + K_a (T_n - T_o) \dots\dots\dots (2.1)$$

$$Ka = \left(\frac{P_2 - P_1}{T_{Aakhir} - T_{Awal}} \right) \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

- P_n = Jumlah penduduk pada tahun n
- P_o = Jumlah penduduk pada tahun awal
- T_n = Tahun yang ditinjau
- T_o = Tahun dasar
- Ka = Konstanta aritmatika garis

b. Metode Geometri

Rumus yang digunakan :

$$Y_n = P_t (1 + r)^n \dots \dots \dots (2.3)$$

$$r = \left(\frac{P_t}{P_o} \right)^{1/t} - 1$$

keterangan :

- Y_n = Jumlah penduduk pada n tahun mendatang
- P_o = Jumlah penduduk pada awal tahun data
- P_t = Jumlah penduduk pada akhir data
- n = Jumlah tahun proyeksi
- r = Rasio kenaikan penduduk rata-rata pertahun
- t = Interval waktu tahun data (n-1)

Menurut Sugiyono (2018) standar deviasi/simpangan baku dari data yang telah disusun dalam table hasil pengolahan data, dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{n}} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

- s = Standar devisi
- x_i = variable interpenden X (jumlah penduduk)
- X = Rata-rata penduduk
- n = Jumlah data

Standar deviasi menginformasikan tentang seberapa jauh bervariasinya data terhadap nilai rata-ratanya. Semakin besar nilai standar deviasi semakin bervariasi data (heterogen) dan sebaliknya. Jika nilai SD jauh lebih besar dibandingkan nilai mean, maka nilai mean merupakan representasi yang buruk dari keseluruhan data. Sedangkan jika nilai SD sangat kecil dibandingkan nilai mean, maka nilai mean merupakan

representasi yang baik yang dapat digunakan sebagai representasi dari keseluruhan data.

2. Analisa kebutuhan air bersih

Perhitungan, kebutuhan air didasarkan pada kebutuhan air rata-rata. Kebutuhan air rata-rata dapat dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu kebutuhan air rata-rata harian dan kebutuhan harian maksimum. Kebutuhan air total dihitung berdasarkan jumlah pemakaian air yang telah diproyeksikan 5 tahun mendatang dan kebutuhan rata-rata setiap pemakai setelah ditambah 20% sebagai faktor kehilangan air (kebocoran). Kebutuhan total ini dipakai untuk mengecek apakah sumber air yang dipilih dapat memenuhi kebutuhan air baku yang direncanakan (Salmani, 2018).

- a. Tingkat pelayanan masyarakat

$$C_p = 80\% \times P_n \dots\dots\dots (2.5)$$

- b. Pelayanan sambungan rumah

$$S_I = 80\% \times C_p \dots\dots\dots (2.6)$$

- c. Sambungan langsung atau sambungan bak umum

$$S_b = 20\% \times C_p \dots\dots\dots (2.7)$$

- d. Konsumsi air bersih

$$K_n = 15\% \times (S_I + S_b) \dots\dots\dots (2.8)$$

- e. Kehilangan air bersih

$$L_o = 20\% \times K_n \dots\dots\dots (2.9)$$

- f. Analisa kebutuhan air maksimum

$$S_s = f_1 \times S_r \dots\dots\dots (2.10)$$

- g. Analisa pemakaian air pada waktu jam puncak

$$\text{Debit waktu puncak} = f_2 \times S_r \dots\dots\dots (2.11)$$

3. Perencanaan Bak Intake

Bak intake adalah suatu konstruksi yang terbuat dari beton berguna untuk menampung air dari sumber air di permukaan tanah. Untuk mengetahui kapasitas volume bak intake yang dibutuhkan dengan menggunakan rumus :

$$V = P \times L \times T \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

- V = Volume (m³)
- P = Panjang (m)
- L = Lebar (m)
- T = Tinggi (m)

4. Perhitungan Penampang Bentuk Persegi

Penampang saluran terbuat dari beton berbentuk persegi, dengan tinggi jagaan (*w*) agar idak terjadi luapan (*over topping*). Tinggi jagaan pada perencanaan dimensi saluran bukan untuk penambahan debit namun untuk memberikan ruang bebas di atas muka air maksimum, hal ini dibutuhkan sewaktu-waktu jika terjadi sedimentasi ataupun peningkatan koefisien kekasaran. Sehingga untuk menghitung kapasitas saluran nantinya, perlu menggunakan rumus sebagai berikut :

$$A = b \times h \dots\dots\dots (2.13)$$

$$P = b + (2 \times h) \dots\dots\dots (2.14)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan :

- b = Lebar saluran (m)
- h = Tinggi muka air (m)
- A = Luas penampang saluran (m²)
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- P = Keliling basah saluran (m)

5. Perhitungan Kapasitas Saluran

Perhitungan ini didasarkan pada debit yang harus ditampung oleh saluran (*Q*_{saluran} dalam m³/detik) yang akan dikonfersikan menjadi (*Q*_{saluran} dalam m³/hari). Kondisi demikian dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan :

- V = Kecepatan saluran (m/detik)
- n = Koefisien kekasaran
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- S = Kemiringan saluran

Perhitungan debit (Q) dapat diperoleh menggunakan rumus :

$$Q = V \times A \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan :

A = Luas penampang saluran (m²)

V = Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran (m/detik)

6. Rencana kapasitas Bak Sedimentasi

Bak sedimentasi berfungsi untuk mencegah kotoran dan lumpur yang terdapat pada sumber air, dengan rumus sebagai berikut :

$$V = fl \times \text{jam} \times Sr \dots\dots\dots (2.18)$$

Keterangan :

V = Kapasitas bak sedimen

fl = Waktu maksimum

Sr = Kebutuhan per jam