

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang

1. Miming Virganinda Burako (2018) melakukan penelitian dengan judul Proyeksi Kebutuhan Air Bersih Pada Tahun 2021 Di Kota Pulang Pisau Menggunakan Metode Aritmatik. Kebutuhan akan air bersih kota Pulang Pisau dilakukan dengan menggunakan metode standard debit minimum air bersih sesuai kriteria kota ditinjau dari jumlah penduduk dan mengetahui unjuk kerja (*performance*) layanan jaringan air bersih untuk kota Pulang Pisau dengan menganalisis kebutuhan air bersih pada jaringan, kemampuan layanan jaringan dalam memenuhi kebutuhan minimum pelanggan dan penduduk, berdasarkan standard debit minimum. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kebutuhan akan air bersih meningkat sehingga perlu penambahan kapasitas produksi serta pelayanan jaringan air bersih oleh pihak Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Pulang Pisau sesuai dengan waktu penelitian untuk debit sudah dapat memenuhi harapan.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada Objek yang dipergunakan penelitian ini menggunakan Objek Penelitian PDAM Kabupaten Magetan Wilayah Pelayanan Cabang I. Selain itu periode penelitian yang ditetapkan juga berbeda pada penelitian menggunakan periode 15 tahun sedangkan penelitian terdahulu hanya 3 tahun.

2. Dwi Tirta Yudha Gaib (2016) melakukan penelitian dengan judul Perencanaan Peningkatan Kapasitas Produksi Air Bersih Ibukota Kecamatan Nuangan. Penelitian ini menggunakan data primer yang meliputi survei sumber air, kondisi existing IPA dan data sekunder berupa data jumlah penduduk, peta topografi dan data RTRW Boltim 2013-2033. Dari data sekunder ketersediaan air sungai Ongkag Totoka sebagai sumber air baku yang berkapasitas 10 m³/d. Berdasarkan data jumlah penduduk lima tahun terakhir, dianalisis pertumbuhan

penduduk dengan menggunakan analisis regresi eksponensial sampai tahun 2035 yaitu sebesar 7353 jiwa. Dari hasil proyeksi jumlah penduduk sampai tahun rencana didapat total kebutuhan air bersih di Ibukota Kecamatan Nuangan 12 l/d. Total kebutuhan air ini digunakan sebagai data awal dalam perhitungan dimensi hidrolis sistem pengolahan air bersih yang meliputi : bak prasedimentasi, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan ground reservoir dengan menerapkan kriteria desain dan batasan- batasan yang sesuai dengan sistem pengolahan lengkap. Juga terdapat reservoir distribusi berukuran 10m x 6m x 5,5m untuk menampung air dan optimalisasi suplai.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada Objek yang dipergunakan penelitian ini menggunakan Objek Penelitian PDAM Kabupaten Magetan Wilayah Pelayanan Cabang I.

3. Muhamad Agus Salim (2019) Melakukan Penelitian Dengan Judul Analisis Kebutuhan Dan Ketersediaan Air Bersih (Studi Kasus Kecamatan Bekasi Utara). Dalam peneltian ini, penulis akan memperkirakan kebutuhan air bersih berdasarkan data-data sekunder yang ada dan membandikannya terhadap Dalam tugas akhir ini, diprediksikan kebutuhan air bersih untuk wilayah Kecamatan Bekasi Utara dengan perhitunga menggunakan metode proyeksi yang di gunakan untuk memproyeksi pertumbuhan penduduk dan 10 tahun yang akan datang, Dari hasil analisis yang di dapat bahwa kebutuhan air bersih di unit pelayanan Kecamatan Bekasi Utara pada tahun 2027 yang mengacu pada prediksi pertambahan umlah penduduk sebesar 519,50 L/detik sedangkan jumlah produksi air PDAM Tirta Bagasasi sebesar 2170 L/detik sehingga dengan jumlah produksi air tersebut dapat memenuhi kebutuhan air bersih untuk 10 tahun mendatang,

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada Objek yang dipergunakan penelitian ini menggunakan Objek Penelitian PDAM Kabupaten Magetan Wilayah Pelayanan Cabang I. Selain itu periode penelitian yang ditetapkan juga berbeda pada penelitian menggunakan periode 15 tahun

sedangkan penelitian terdahulu hanya 8 tahun.

4. Arif Wijanako (2011) melakukan penelitian dengan judul Analisis Kebutuhan Dan Ketersediaan Air Bersih Unit Kedawung PDAM Sragen. Diperoleh hasil penelitian Kebutuhan air bersih daerah pelayanan Kedawung tahun 2020 menurut jumlah penduduk sebesar 31,816 liter/detik, Kebutuhan air bersih menurut Prediksi masing-masing jenis pelanggan adalah 15,4854 liter/detik. Prediksi jumlah pelanggan PDAM Sragen unit Kedawung tahun 2020 adalah 1989 SR (Pelanggan atau Sambungan Rumah) Prediksi Kapasitas reservoir yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air unit Kedawung tahun 2020 adalah sebesar 321,1056 m³ sedangkan reservoir berkapasitas 200m³, sehingga diperlukan adanya penambahan kapasitas reservoir sebesar 121,1056. Kekurangan debit pompa produksi yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih wilayah pelayanan unit Kedawung pada tahun 2020 adalah sebesar 2,48539 lt/dt.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada Objek yang dipergunakan penelitian ini menggunakan Objek Penelitian PDAM Kabupaten Magetan Wilayah Pelayanan Cabang I. Selain itu periode penelitian yang ditetapkan juga berbeda pada penelitian menggunakan periode 15 tahun sedangkan penelitian terdahulu hanya 10 tahun.

5. Wira Wardhana Gunawan, dkk (2018) melakukan penelitian dengan judul Analisis Kebutuhan Air Bersih Kota Makassar Pada Tahun 2030. Pada penelitian ini digunakan data produksi air dari PDAM Kota Makassar sedangkan prediksi jumlah penduduk Kota Makassar pada tahun 2030 berdasarkan data jumlah peningkatan penduduk dari Badan Pusat Statistik Kota Makassar. Hasil penelitian menunjukkan pada tahun 2018 produksi air bersih PDAM Kota Makassar saat ini sebesar 88.004.292,99 liter. Total kebutuhan air penduduk Kota Makassar pada tahun 2030 dihitung menggunakan standar kebutuhan air minimum World Health Organization (WHO) (60 l/orang/hari)

sebesar 38.670.428,70 m³, sedangkan menggunakan standar departemen pekerjaan umum (130 l/orang/hari) sebesar 83.785.928,85 m³. Berdasarkan perhitungan tersebut, tanpa ada peningkatan produksi air dari PDAM Kota Makassar masih mencukupi seluruh kebutuhan air penduduk Kota Makassar tahun 2018 hingga 2030.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada Objek yang dipergunakan penelitian ini menggunakan Objek Penelitian PDAM Kabupaten Magetan Wilayah Pelayanan Cabang I. Selain itu periode penelitian yang ditetapkan juga berbeda pada penelitian menggunakan periode 15 tahun sedangkan penelitian terdahulu hanya 12 tahun.

6. Zulkifli Lubis, Nur Azizah Affandy (2014) melakukan penelitian dengan judul Kebutuhan Air Bersih Di Kecamatan Glagah Kabupaten Lamongan. Diperoleh hasil Pola sistem tertutup merupakan pola Kebutuhan yang cocok di IKK Glagah, dengan debit harian rata-rata 15,6 lt/dt, debit jam maksimal 29,25 lt/dt, debit harian maksimal 23,4 lt/dt. Dengan adanya perencanaan ini penulis bisa membantu dalam memecahkan masalah krisis air bersih di IKK Glagah kab. Lamongan. Sehingga krisis air yang melanda akhir-akhir ini di IKK Glagah bisa teratasi dengan baik.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada Objek yang dipergunakan penelitian ini menggunakan Objek Penelitian PDAM Kabupaten Magetan Wilayah Pelayanan Cabang I. Selain itu periode penelitian yang ditetapkan juga berbeda pada penelitian menggunakan periode 15 tahun sedangkan penelitian terdahulu hanya 8 tahun.

7. Brahmanja (2018) Melakukan Penelitian Dengan Judul Prediksi Jumlah Kebutuhan Air Bersih Bpab Unit Dalu - Dalu 5 Tahun Mendatang (2018) Kecamatan Tambusai Kab Rokan Hulu. Jenis Penelitian Ini Adalah Deskriptif Kuantitatif, Yang Menggunakan Metode Exponensial Tujuan Dari Penulisan Penelitian Ini Adalah Untuk Mengetahui Jumlah Kebutuhan Air Bersih Dan Pelanggan Bpab Unit Kota Dalu – Dalu Tahun 2018

Guna Melayani Kebutuhan Masyarakat Untuk Masa Yang Akan Datang Hasil Dari Penelitian Ini Adalah Debit Air Bersih Yang Dibutuhkan Untuk Pelanggan Bpab Unit Kota Dalu-Dalu Pada Tahun 2018 Sebesar 798,806 M³/Hari. Dan Jumlah Pelanggan Sebesar 808 Pelanggan. Kapasitas Reservoir Bpab Unit Kota Dalu-Dalu Sebesar 1.100 M³/Hari. Pada Tahun 2018 Kebutuhan Air Bersih Bagi Pelanggan Bpab Unit Kota Unit Dalu – Dalu Masih Dapat Terpenuhi

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada Objek yang dipergunakan penelitian ini menggunakan Objek Penelitian PDAM Kabupaten Magetan Wilayah Pelayanan Cabang I. Selain itu periode penelitian yang ditetapkan juga berbeda pada penelitian menggunakan periode 15 tahun sedangkan penelitian terdahulu hanya 5 tahun.

Tabel II.1 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu

No.	Nama dan Tahun Penelitian	Judul	Hasil	Perbedaan
1.	Miming Virganinda Burako (2018)	Proyeksi Kebutuhan Air Bersih Pada Tahun 2021 Di Kota Pulang Pisau	kebutuhan akan air bersih meningkat sehingga perlu penambahan kapasitas produksi serta pelayanan jaringan air bersih oleh pihak Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Pulang Pisau sesuai dengan waktu penelitian untuk debit sudah dapat memenuhi harapan.	Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada Objek yang dipergunakan penelitian ini menggunakan Objek Penelitian PDAM Kabupaten Magetan Wilayah Pelayanan Cabang I. Selain itu periode penelitian yang ditetapkan juga berbeda pada penelitian menggunakan periode 15 tahun sedangkan penelitian terdahulu hanya 3 tahun.
2.	Dwi Tirta Yudha Gaib (2016)	Perencanaan Peningkatan Kapasitas Produksi Air Bersih Ibukota Kecamatan Nuangan	Dari hasil proyeksi jumlah penduduk sampai tahun rencana didapat total kebutuhan air bersih di Ibukota Kecamatan Nuangan 12 l/d. Total kebutuhan air ini digunakan sebagai data awal dalam perhitungan dimensi hidrolis sistem pengolahan air bersih yang meliputi: bak prasedimentasi, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan ground reservoir dengan menerapkan kriteria desain dan batasan-batasan yang sesuai dengan sistem pengolahan lengkap. Juga terdapat reservoir distribusi berukuran 10m x 6m x 5,5m untuk menampung air dan optimalisasi suplai.	Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada Objek yang dipergunakan penelitian ini menggunakan Objek Penelitian PDAM Kabupaten Magetan Wilayah Pelayanan Cabang I.

3.	Muhamad Agus Salim (2019)	Judul Analisis Kebutuhan Dan Ketersediaan Air Bersih (Studi Kasus Kecamatan Bekasi Utara)	Dari hasil analisis yang di dapat bahwa kebutuhan air bersih di unit pelayanan Kecamatan Bekasi Utara pada tahun 2027 yang mengacu pada prediksi pertambahan umlah penduduk sebesar 519,50 L/detik sedangkan jumlah produksi air PDAM Tirta Bagasasi sebesar 2170 L/detik sehingga dengan jumlah produksi air tersebut dapat memenuhi kebutuhan air bersih untuk 10 tahun mendatang	Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada Objek yang dipergunakan penelitian ini menggunakan Objek Penelitian PDAM Kabupaten Magetan Wilayah Pelayanan Cabang I. Selain itu periode penelitian yang ditetapkan juga berbeda pada penelitian menggunakan periode 15 tahun sedangkan penelitian terdahulu hanya 8 tahun.
4.	Arif Wijanako (2011)	Analisis Kebutuhan Dan Ketersedian Air Bersih Unit Kedawung PDAM Sragen	Diperoleh hasil penelitian Kebutuhan air bersih daerah pelayanan Kedawung tahun 2020 menurut jumlah penduduk sebesar 31,816 liter/detik, Kebutuhan air bersih menurut Prediksi masing-masing jenis pelanggan adalah 15,4854 liter/detik. Prediksi jumlah pelanggan PDAM Sragen unit Kedawung tahun 2020 adalah 1989 SR (Pelanggan atau Sambungan Rumah) Prediksi Kapasitas reservoir yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air unit Kedawung tahun 2020 adalah sebesar 321,1056 m ³ sedangkan reservoir berkapasitas 200m ³ , sehingga diperlukan adanya penambahan kapasitas reservoir sebesar 121,1056. Kekurangan debit pompa produksi yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih wilayah pelayanan unit Kedawung pada tahun 2020 adalah sebesar 2,48539 lt/dt.	Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada Objek yang dipergunakan penelitian ini menggunakan Objek Penelitian PDAM Kabupaten Magetan Wilayah Pelayanan Cabang I. Selain itu periode penelitian yang ditetapkan juga berbeda pada penelitian menggunakan periode 15 tahun sedangkan penelitian terdahulu hanya 10 tahun.
5.	Wira Wardhana	Analisis Kebutuhan	Hasil penelitian menunjukan pada tahun 2018 produksi air bersih PDAM Kota Makassar saat	Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada

	Gunawan, dkk (2018)	Air Bersih Kota Makassar Pada Tahun 2030	ini sebesar 88.004.292,99 liter. Total kebutuhan air penduduk Kota Makassar pada tahun 2030 dihitung menggunakan standar kebutuhan air minimum World Health Organization (WHO) (60 l/orang/hari) sebesar 38.670.428,70 m ³ , sedangkan menggunakan standar departemen pekerjaan umum (130 l/orang/hari) sebesar 83.785.928,85 m ³ . Berdasarkan perhitungan tersebut, tanpa ada peningkatan produksi air dari PDAM Kota Makassar masih mencukupi seluruh kebutuhan air penduduk Kota Makassar tahun 2018 hingga 2030.	Objek yang dipergunakan penelitian ini menggunakan Objek Penelitian PDAM Kabupaten Magetan Wilayah Pelayanan Cabang I. Selain itu periode penelitian yang ditetapkan juga berbeda pada penelitian menggunakan periode 15 tahun sedangkan penelitian terdahulu hanya 12 tahun.
6.	Zulkifli Lubis, Nur Azizah Affandy (2014)	Kebutuhan Air Bersih Di Kecamatan Glagah Kabupaten Lamongan	Diperoleh hasil Pola sistem tertutup merupakan polaKebutuhan yang cocok di IKK Glagah, dengan debit harian rata-rata 15,6 lt/dt, debit jam maksimal 29,25 lt/dt, debit harian maksimal 23,4 lt/dt. Dengan adanya perencanaan ini penulis bisa membantu dalam memecahkan masalah krisis air bersih di IKK Glagah kab. Lamongan. Sehingga krisis air yang melanda akhir-akhir ini di IKK Glagah bisa teratasi dengan baik.	Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada Objek yang dipergunakan penelitian ini menggunakan Objek Penelitian PDAM Kabupaten Magetan Wilayah Pelayanan Cabang I. Selain itu periode penelitian yang ditetapkan juga berbeda pada penelitian menggunakan periode 15 tahun sedangkan penelitian terdahulu hanya 8 tahun.
7.	Brahmanja (2018)	Prediksi Jumlah Kebutuhan Air Bersih Bpab Unit Dalu -	Hasil Dari Penelitian Ini Adalah Debit Air Bersih Yang Dibutuhkan Untuk Pelanggan Bpab Unit Kota Dalu-Dalu Pada Tahun 2018 Sebesar 798,806 M ³ /Hari. Dan Jumlah Pelanggan Sebesar 808 Pelanggan. Kapasitas Reservoir Bpab Unit	Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada Objek yang dipergunakan penelitian ini menggunakan Objek Penelitian PDAM Kabupaten Magetan Wilayah

Dalu 5 Tahun Mendatang (2018) Kecamatan Tambusai Kab Rokan Hulu.	Kota Dalu-Dalu Sebesar 1.100 M ³ /Hari. Pada Tahun 2018 Kebutuhan Air Bersih Bagi Pelanggan Bpab Unit Kota Unit Dalu – Dalu Masih Dapat Terpenuhi	Pelayanan Cabang I. Selain itu periode penelitian yang ditetapkan juga berbeda pada penelitian menggunakan periode 15 tahun sedangkan penelitian terdahulu hanya 5 tahun.
---	--	---

B. Telaah Pustaka yang Lain

1. Definisi air bersih

- a. Air bersih secara umum diartikan sebagai air yang layak untuk dijadikan air baku bagi air minum. Dengan kelayakan ini terkandung pula pengertian layak untuk mandi, cuci dan kakus. Sebagai air yang layak untuk diminum, tidak diartikan bahwa air bersih itu dapat diminum langsung, artinya masih perlu dimasak atau direbus hingga mendidih. Secara terperinci Kementerian Kesehatan mempunyai definisi tentang air bersih. Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Adapun persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologi dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping. (Ketentuan Umum Permenkes No.416/Menkes/PER/IX/1990).
- b. Sedangkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 16 tahun 2005 Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum pengertian air minum adalah air minum rumah tangga yang melalui proses pengolahan dan tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.
- c. Pengertian Air bersih telah diatur pada Permenkes No.416/MENKES/IX/1990 Kualitas Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya telah memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.
- d. Pengertian air juga diatur dalam Undang-undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air dijelaskan bahwa Sumber air adalah tempat atau wadah air alami dan atau buatan yang terdapat diatas maupun dibawah permukaan tanah.

- e. Pengertian Sumber daya air berdasarkan Undang-Undang Nomor 17 tahun 2019 tentang Sumber daya air, dalam undang-undang tersebut dijelaskan bahwa Sumber daya air adalah Sumber Daya Air adalah air, sumber air, dan daya air yang terkandung di dalamnya.
- f. Air merupakan bagian kebutuhan utama yang diperlukan dalam keberlangsungan makhluk hidup. Air mempunyai peranan penting dalam kehidupan berumah tangga seperti aktivitas pertanian, perekonomian juga termasuk kegiatan industri. Problematika air seiring bertambahnya waktu menjadi meningkat. permasalahan yang pada umumnya terjadi pada waktu sekarang ini ialah tingkat penggunaan air yang semakin meninggi, kemudian lonjakan pertumbuhan angka kelahiran yang meningkat pada setiap tahunnya, sedangkan kualitas dan kuantitas air bersih semakin menurun (Utama, 2017).

2. Sumber Air Bersih

- a. Pengertian Sumber air berdasarkan Undang-Undang nomor 7 tahun 2019 mengenai sumber daya air, dijelaskan bahwa Sumber Air merupakan tempat atau sebuah penampung air murni atau air alami baik itu berupa alami atau buatan pada permukaan tanah yang berada dibawah atau diatas permukaan tanah.
- b. Pada dasarnya jumlah air didalam adalah tetap dan mengikuti suatu aliran disebut *chyclus Hydrology*, dengan adanya penyinaran matahari, maka denga ini uap air akan menyatu ditempat tinggi yang dikenal dengan awan. Oleh angin, awan ini akan dibawa semakin tinggi dimana temperatur diatas semakin rendah yang menimbulkan titik air yang jatuh ke bumi sebagai hujan. Jika air ini keluar dari permukaan bumi atau tanah, maka air tersebut disebut dengan mata air. Air permukaan yang mengalir dipermukaan bumi umumnya membentuk sungai-sungai dan jika melalui suatu tempat rendah (cekung), maka air akan berkumpul disuatu danau atau telaga. Tetapi

banyak diantaranya yang mengalir kelaut kembali. Berdasarkan sumbernya, air dapat digolongkan menjadi 4 kelompok, yaitu:

1) Air angkasa/air atmosfer

Air atmosfer adalah air yang dalam keadaan murni sangat bersih tetapi karena adanya pengotoran udara yang disebabkan kotoran-kotoran dan debu, maka untuk menjadikan air hujan sebagai sumber air minum hendaknya pada menampung air hujan jangan dimulai pada saat hujan baru turun, karena masih banyak mengandung banyak kotoran (Aronggear et al., 2019).

Dalam keadaan aslinya air angkasa yang terkena pencemaran udara oleh kotoran / debu industry membuat sangat bersih. Ketika ingin memanfaatkan air hujan sebagai sumber air minum yang terbaik adalah dengan mengumpulkan air hujan dengan catatan jangan mulai mengumpulkan saat terjadi turun hujan, hal ini disebabkan air hujan berlebihan terkontaminasi limbah. Disamping itu, air hujan bersifat korosif, lebih-lebih untuk pipa distribusi dan tangki penyimpanan, sehingga mempercepat korosi. Hujan juga memiliki sifat luncit dimana akan membuat pemakaian sabun menjadi boros (Sutrisno, 2004).

2) Air permukaan

Turunnya air hujan menuju ke permukaan bumi. Biasanya, air permukaan akan tercemar sewaktu sepanjang aliran, seperti tanah lumpur, batang kayu, dedaunan, koran industri perkotaan dan lainnya merupakan maksud dari air hujan. Beberapa kotoran di setiap permukaan air mempunyai perbedaan satu sama lain, tergantung dari luas drainase cakupan wilayah pengaliran air permukaan tersebut. Jenis-jenis pencemaran yang terkandung seperti kotoran fisik, kimiawi dan juga bakteri. Kemudian setelah melalui penskalaan, air permukaan akan

mengalami proses atau metode pembersihan sendiri di beberapa titik. Proses dekomposisi yang berlangsung pada air permukaan yang tercemar dapat terjadi ketika terdapat udara yang mengandung oksigen (O₂), hal ini dikarenakan oksigen mampu menembus atau meresap ke permukaan air selama perjalanan (Umboh et al., 2013).

- a) Sifat dan banyak pengotoran
 - (1) Aliran air sungai (cepat atau lambat)
 - (2) Suhu/temperature
- b) Kadar Oksigen

Adapun macam- macam air permukaan antara lain:

- a) Air sungai

Rata-rata lebih dari 40.000 km³ air diperoleh dari sungai-sungai didunia. Mengingat air sungai biasanya memiliki tingkat pencemaran yang tinggi, maka bila digunakan sebagai air minum harus diolah secara menyeluruh. Biasanya untuk memenuhi kebutuhan air minum terpenuhi dari debit yang tersedia.

- b) Air Rawa

Pada umumnya air rawa berwarna karena adanya zat-zat organik yang telah membusuk. Sebagian besar air mempunyai warna coklat kekuningan karena adanya bahan yang mengandung komponen organik yang memburuk, seperti asam humat yang terbaaur dalam air. Karena tingkat atenuasi atau dekomposisi tingkatan komponen organik yang tinggi, maka pada kebanyakan tingkatan Fe dan Mn juga akan tinggi pada saat kondisi bercampur O₂ kurang sekali (anaerob) sehingga elemen-elemen Fe dan Mn ini akan larut. Karena sinar matahari dan oksigen, alga (lumut) tumbuh di atas air. Maka dari itu,

proses pengambilan air harus pada tingkat kedalaman tertentu di tengahnya, hal ini bertujuan supaya endapan Fe dan Mn serta lumut tidak terangkat (Sutrisno, 2004).

3) Air tanah

Air tanah adalah air yang terdapat pada lapisan tanah atau bebatuan dibawah permukaan tanah. Air tanah merupakan salah satu sumber daya air selain air sungai dan air hujan. Air tanah juga mempunyai peranan yang sangat penting terutama dalam menjaga keseimbangan dan ketersediaan bahan baku air untuk kepentingan rumah tangga (domestik) maupun untuk kepentingan industri. Ada empat macam air tanah yakni:

a) Air tanah dangkal

Berlangsung ketika terjadi rembesan air dari tanah. Lumpur dan beberapa bakteri menjadi terhalang, yang mana air menjadi bersih dan bening namun lebih besar terkontaminasi bahan kimia (garam terlarut), hal ini terjadi ketika susunan tanah yang dilewatinya memiliki elemen kimia tertentu untuk setiap susunan tanah. Lapisan tanah ini juga dapat menjadi penyaring. Selain filtrasi, pencemaran terus berlanjut, ketika saat ketinggian air yang berada pada jarak rapat dengan permukaan tanah, sesudah bertemu dengan lapisan atau susunan air yang padat, air tersebut kemudian ditampung di air tanah dangkal yang bisa digunakan dengan cara mengambil dari sumur dangkal sebagai air minum (Umboh et al., 2013).

b) Air tanah dalam

Pengambilan air dangkal akan lebih mudah dibandingkan dengan pengambilan tanah dangkal. Untuk mendapatkan lapisan air pada suatu kedalaman yang

diperlukan, maka perlu bantuan alat bor yang kemudian dilanjutkan dengan memasukan pipa kedalamnya. Sumur artesis atau sumur bor adalah seandainya tingkat tekanan air tanah tinggi, yang terjadi adalah air akan memancar keluar. Sehingga dibutuhkan pompa untuk membantu mengalirkan air keluar. Air tanah dalam, sifatnya:

- (1) Pada umumnya beberapa bakteri pathogen, karena air tersaring oleh lapisan tanah yang dilaluinya. Kemungkinan tercemar adalah bila terjadi kontaminasi pada alat-alat pemanfaatan.
- (2) Kualitas fisik selalu jernih sebagai hasil filtrasi tanah.
- (3) Bila alat pemanfaatan baik maka air tanah ini dapat dipakai tanpa pengolahan lebih lanjut.
- (4) Relatif mudah didapatkan dan praktis serta efisien untuk didistribusikan.
- (5) Pemanfaatan air tanah dalam memakai sumur pompa dalam.
- (6) Mengandung mineral (Fe dan Mn) tinggi sehingga perlu pengolahan untuk memurnikannya.
- (7) Mengandung Mg,Ca hingga bersifat sudah baik kesadahan sementara (*bikarbonat*) maupun kesadahan tetap (Mg, So_4 , $Cacl_2$) sehingga perlu penurunan kesadahan.
- (8) Untuk daerah tertentu air tanah kekurangan F hingga perlu fluoridasi.
- (9) Untuk mengamankan konsumen dari kemungkinan kontaminasi pada saran, maka perlu desinfeksi.

c) Air sumur artesis/ sumur tertekan

Pada Umumnya sifatnya sama dengan air tanah dalam karena sumbernya sama yaitu jalur air tanah. Perbedaannya, air pada Sumur artesis dapat menyebar sendiri melalui lubang bor ternyata tekanan air tidak memencar disebut sumur artesis negative, maka perlu disadap. Bila hasil pengeboran dengan hasil kedalaman:

(1) < 8 m maka digunakan pompa isap tekan.

(2) 8-10 m maka digunakan pompa isap tekan dengan diturunkan sampai 2,5 m.

(3) > 10 m dengan menggunakan pompa dalam.

4) Mata air

Mata air dalam nyaris tidak terganggu oleh pergantian musim, dan kualitas airnya sepadan atas kondisi air tanah. Air tanah ialah air yang mengalir dari dalam tanah. (Dermawan, 2019). Karakteristiknya menyerupai air tanah dalam, yaitu:

- a) Secara Fisik Jernih, mengandung berbagai mineral.
- b) Dipengaruhi oleh sifat tanah disekitarnya.
- c) Mengandung sulfur, sehingga dimanfaatkan untuk penyembuhan penyakit kulit.
- d) Kapasitasnya relatif tetap sepanjang tahun.

3. Persyaratan Umum Penyediaan Air Bersih

Dalam perencanaan sistem air bersih, tentunya ada syarat air bersih yang harus di penuhi agar air tersebut dikatakan layak, adapun syarat tersebut adalah:

a. Persyaratan kualitas

Persyaratan kualitas dalam penyediaan air bersih dalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi Kebutuhan daerah dan jumlah penduduk yang akan dilayani.

b. Persyaratan kontinuitas

Dalam penyediaan air bersih tidak hanya berhubungan dengan kualitas dan kuantitas saja, tetapi dari segi kontinuitas juga harus mendukung. Dimana air harus tersedia secara terus menerus meskipun musim kemarau selama umur rencana. Tujuan utama dalam perencanaan jaringan distribusi air adalah agar kebutuhan masyarakat akan tersedianya air bersih dapat terpenuhi secara terus menerus walaupun dimusim kemarau. Salah satu cara menjaga kontinuitas air tetap terjaga adalah dengan membuat penampungan air (*Reservoir*) untuk menyimpan air sebagai persediaan air pada musim kemarau. Joseph (1985).

c. Persyaratan tekanan air

Menurut standar DPU (Departemen Pekerjaan Umum), air yang dialirkan ke konsumen melalui pipa transmisi dan pipa distribusi, dirancang untuk dapat melayani konsumen hingga yang terjauh, dengan tekanan air minimum sebesar 10mka atau 1atm. Angka tekanan ini harus dijaga, idealnya merata pada setiap pipa distribusi. Jika tekanan terlalu tinggi akan menyebabkan pecahnya pipa, serta merusak alat-alat plambing. Tekanan juga dijaga agar tidak terlalu rendah, karena jika tekanan terlalu rendah maka akan menyebabkan terjadi ya kontaminasi air selama aliran dalam pipa distribusi.

Selama merancang penyediaan air bersih, persyaratan kualitas, kuantitas, dan kontinuitas harus dipenuhi. Baik air baku ataupun air olahan yang siap didistribusikan kualitas berkaitan dengan kualitas air. Kuantitas adalah kuantitas atau kesiapan air baku untuk diproses. Diperlukan pertimbangan apakah air baku bisa mencukupi kebutuhan. Air baku yang kontinuitas berkaitan dengan kebutuhan air yang terus menerus, terutama di musim kemarau. Agar dapat dimanfaatkan secara luas dalam kehidupan dan aktivitas manusia sehari-hari. Pengadaan air untuk masyarakat harus melengkapi persyaratan sebagai berikut:

- 1) Terjamin untuk dikonsumsi dan hygiene;

- 2) Baik dan bisa dikonsumsi;
- 3) Harus tersedia dan mencukupi;
- 4) Terjangkau dan ekonomis.

d. Persyaratan Kualitatif

Menurut Setioningrum, 2020 untuk menjamin keamanan, sanitasi dan kualitas sistem pengadaan air minum yang baik, bisa diminum dan tidak mungkin tertular penyakit di dalam air, dan persyaratan kualitas harus terpenuhi. Prasyarat kualitatif mendeskripsikan mutu air bersih. Syarat-syarat yang digunakan menjadi patokan mutu atau kualitas air meliputi:

1) Persyaratan Fisik Air

Persyaratan fisik air mesti transparan, tidak bercorak atau memiliki warna tertentu, tidak beraroma juga tidak memiliki rasa. Kondisi lain yang wajib untuk terpenuhi yaitu bau, kekeruhan, suhu, dan warna.

a) Rasa

Tidak memiliki rasa merupakan syarat yang harus terpenuhi oleh air bersih atau air minum. Zat yang bisa berbahaya bagi kesehatan bisa diakibatkan oleh air yang berbahaya karena terindikasi mengandung zat tertentu. Efek yang ada dari penyebab rasa itu. Misalnya, rasa asam diperoleh dari asam organik atau anorganik dan rasa asin diperoleh dari garam terlarut dalam air.

b) Bau

Bau dalam zat cair dan gas dapat dihasilkan dari proses pengukuran biologis senyawa organik. Bau dihasilkan oleh senyawa lainnya yang terdapat di dalam air semacam H₂S, NH₃, senyawa fenolik, klorofenol dan lainnya. Bau dihasilkan oleh senyawa organik ini tidak hanya merusak estetika, tetapi kurang lebih senyawanya juga bisa menyebabkan kanker atau bersifat karsinogenik. Karena hasilnya terlalu subyektif, maka sulit untuk mengukur bau secara kuantitatif.

c) Suhu

Suhu air harus sesuai suhu udara (25°C), dan batas toleransi yang diizinkan adalah $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$. Untuk mencegah adanya zat kimia larut dalam pipa pada suhu normal, sehingga reaksi biokimia dalam pipa menjadi terhambat, tidak tumbuhnya mikroorganisme, berkurangnya oksigen terlarut di dalam air dan ketika tingkat suhu air tinggi menyebabkan jumlah reaksi di dalam air juga akan meningkat.

d) Kekeruhan

Kekeruhan terjadi karena adanya *Total Suspended Solid* (TSS) yang memiliki sifat organik maupun anorganik. Contoh unsur organik adalah hewan dan tumbuhan yang lapuk, sedangkan contoh zat anorganik adalah batuan dan logam yang lapuk. Bahan organik bisa dimanfaatkan sebagai makanan bagi bakteri untuk membantu perkembangannya. Tingkat kekeruhan pada air minum/ air bersih tidak bisa melebihi dari 5 NTU. Pengurangan kekeruhan benar-benar dibutuhkan. Disamping dinilai segi estetika yang kurang, Desinfeksi pada air keruh juga benar-benar sulit. Permasalahan ini ditimbulkan oleh peresapan sebagian koloid mampu membuat disinfektan tidak berguna untuk organisme.

e) Warna

Untuk alasan estetika, air bersih harus tidak berwarna, jernih dan transparan, serta mencegah keracunan oleh berbagai bahan kimia dan organisme berwarna. Warna dalam air dapat dibagi menjadi dua macam, yang pertama yaitu unsur tersuspensi yang mengakibatkan warna semu, zat organik dan koloid yang menyebabkan terjadi warna lainnya. Daun, kayu, dan rerumputan akan tampak kuning kecoklatan. Oksida besi akan menyebabkan air berubah warna menjadi coklat atau hitam. Air yang sudah mengandung senyawa

organik.

Tabel II.2 Persyaratan Fisik Air Bersih

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Keterangan
1.	Bau	-	-	Tidak berbau
2.	Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)	Mg/l	1000	-
3.	Kekeruhan	NTU	5	-
4.	Rasa	-	-	-
5.	Suhu	0° C	Suhu udara ± 3° C	Tidak berasa
6.	Warna	TCU	15	-

2) Syarat-syarat Kimia

Persyaratan air bersih dapat dilihat dari parameter fisik Permenkes No.416 tahun 1990 tentang persyaratan dan pengawasan kualitas air minum.

Tabel II.3 Persyaratan Kimia Air Bersih.

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Keterangan
A. Kimia Anorganik				
1.	Air raksa	mg/L	0,001	-
2.	Alumunium	mg/L	0,2	-
3.	Arsan	mg/L	0,05	-
4.	Baklium	mg/L	1,0	-
5.	Besi	mg/L	0,3	-
6.	Fluorida	mg/L	1,5	-
7.	Kadmium	mg/L	0,005	-
8.	Kesadanan (CaCO ₃)	mg/L	500	-
9.	Klorida	mg/L	250	-
10.	Kronium, valensi 6	mg/L	0,05	-
11.	Mangan	mg/L	0,1	-
12.	Natrium	mg/L	200	-
13.	Nitrat	mg/L	10	-
14.	Nitrit	mg/L	1,0	-
15.	Perak	mg/L	0,05	-
16.	Salenium	mg/L	0,01	-
17.	Seng	mg/L	5,0	-
18.	Sianida	mg/L	0,1	-

19.	Sulfat	mg/L	400	-
20.	Sulfida (H ₂ S)	mg/L	0,05	-
21.	Tembaga	mg/L	1,0	-
22.	Timbal	mg/L	0,05	-
B. Kimia Organik				
1.	Aldrin dan dieldrin	mg/L	0,0007	-
2.	Benzene	mg/L	0,01	-
3.	Benzo (a) pyrene	mg/L	0,00001	-
4.	Chloroform (total isomer)	mg/L	0,0003	-
5.	Chloroform	mg/L	0,03	-
6.	2,4 – D	mg/L	0,10	-
7.	DDT	mg/L	0,03	-
8.	Detergen	mg/L	0,05	-
9.	1,2-Dichloroethene	mg/L	0,01	-
10.	1,1-Dichloroethene	mg/L		-
11.	Heptachlor dan heptachlor epoxide	mg/L	0,003	-
12.	Hexachlorobenzene	mg/L	0,00001	-
13.	Gamma-HCH (Lindane)	mg/L	0,004	-
14.	Methoxychlor	mg/L	0,03	-
15.	Pentachloropenol	mg/L	0,01	-
16.	Pestisida total	mg/L	0,10	-
17.	2,4,6-trichloropenol	mg/L	0,01	-
18.	Zat Organik (KmNo ₄)	mg/L	10	-

3) Syarat-syarat Mikrobiologi

Air bersih tidak bisa memuat kuman atau bakteri-bakteri penyakit sama sekali, dan tidak bisa memuat coliform yang melebihi batas yang sudah disepakati yakni 1 E. coli / 100 ml air. Bakteri jenis *Escherichia coli* ini bersumber dari usus besar serta tanah. Bakteri patogen yang kemungkinan dapat dijumpai di dalam air meliputi:

- a) Bakteri typhsum
- b) *Vibrio Colerae*
- c) *Entamoeba hystolotica*
- d) Bakteri dysentriae

e) Bakteri enteritis (penyakit perut).

Tabel II.4 Persyaratan Mikrobiologi Air Bersih

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Keterangan
1.	Koliform Tinja	Jumlah per 100 ml	0	-
2.	Total Koliform	Jumlah per 100 ml	0	95% sampel yang diuji sepanjang tahun. Terkadang mungkin ada 3 per 100 ml sampel air, tetapi tidak secara berurutan.

Sumber : Permenkes No.416 tahun 1990 Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan kualitas air minum.

4) Syarat-syarat Radiologis

Memenuhi persyaratan radiologis dengan membatasi tingkat aktivitas alfa dan beta maksimum yang diijinkan dalam air bersih.

Tabel II.5 Persyaratan Radiologis Air Bersih.

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Keterangan
1.	Aktivitas Alpha (Gross Alpha activity)	Bg/L	0,1	-
2.	Aktivitas Beta (Gross Beta activity)	Bg/L	1,0	-

Sumber : Permenkes No.416 tahun 1990 Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan kualitas air minum.

e. Persyaratan Kuantitatif

Di dalam konteks hal penyediaan air bersih, persyaratan kuantitatif mengacu pada jumlah air baku yang ada. Pengertiannya adalah air baku dapat diperlukan untuk mencukupi kebutuhan orang yang bersangkutan. Sedangkan kebutuhan air masyarakat di perkotaan mencapai 150 liter / orang / hari. Jumlah atau kuantitas air yang dibutuhkan memang bergantung pada tingkat perkembangan teknologi dan kehidupan sosial ekonomi

masyarakat sekitar (Kalumata et al., 2019).

f. Persyaratan Kontinuitas

Mengenai kelangsungan kebutuhan penyediaan air bersih dan jumlah air yang tersedia berarti air tersedia di alam. Air mentah atau air mentah tersedia di alam. Baik di musim kemarau atau musim hujan, air murni atau air baku harus terus menerus diambil sebagai air yang dimurnikan, dan volume buangan harus relatif konstan (Kalumata et al., 2019).

4. Jenis Sambungan

Jenis Sambungan dibagi menjadi beberapa kategori, antara lain:

- a. Kebutuhan Sosial meliputi:
 - 1) Kamar mandi umum
 - 2) Wc umum
 - 3) Hidran umum/Kran Umum
- b. Sosial khusus meliputi:
 - 1) Tempat ibadah
 - 2) Yayasan–yayasan social
- c. Non Niaga meliputi:
 - 1) Rumah tangga:
 - a) Rumah tangga
 - b) Rumah dinas / mess pemerintah
- d. Rumah tangga B yang digunakan untuk usaha atau tempat tinggal yang menguntungkan.
 - 1) Warung kecil
- e. Instansi Pemerintah:
 - 1) BUMN dan BUMD
 - 2) Tempat pendidikan formal negeri
 - 3) Kolam renang milik pemerintah
 - 4) POLRI

- 5) Asrama milik pemerintah dan TNI
- 6) Rumah sakit pemerintah
- 7) Kantor/ instansi/ lembaga pemerintah
- 8) Puskesmas

f. Niaga meliputi:

1) Niaga kecil

- a) Toko / depot
- b) Rumah senam / *fitness*
- c) Biro jasa
- d) Tempat pendidikan formal swasta
- e) Kantor badan usaha swasta
- f) Usaha service / bengkel
- g) Salon kecantikan
- h) Klinik / rumah sakit swasta
- i) Praktek dokter swasta
- j) Dan usaha lain sejenisnya

2) Niaga besar

- a) Tempat / wisata hiburan
- b) Apotik
- c) Percetakan dan sablon
- d) Kantor badan usaha / perusahaan besar
- e) Bank
- f) (SPBU)
- g) Kolam renang swasta
- h) Usaha-usaha besar lainnya

g. Industri meliputi:

1) Industri kecil:

- a) Industri rumah tangga

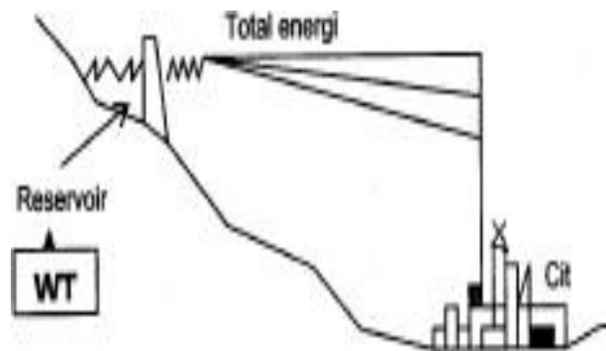
- b) Usaha konveksi kecil
 - c) Pengrajin kayu
 - d) Peternakan kecil
 - e) Usaha kecil lainnya
- 2) Industri besar:
- a) Pabrik minuman
 - b) Gudang pendingin
 - c) Pabrik kapuk
 - d) Pabrik es dan tekstil
 - e) Karoseri Peternakan besar

5. Sistem Pengaliran

Menurut Kaunang dkk (2019) menyatakan bahwa sistem pengaliran air bersih Ada beberapa cara sistem pengaliran air diantaranya:

a. Cara Gravitasi

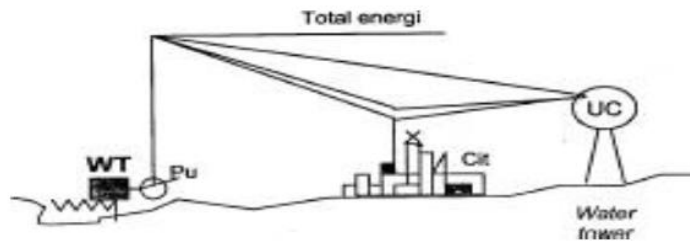
Jika sumber air benar-benar berbeda dengan daerah pelayanan, kita dapat menggunakan metode ini agar tekanan yang diperlukan bisa dipertahankan. Siasat ini dinilai sangat terjangkau karena hanya menggunakan lokasi ketinggian yang berbeda(Kaunang et al., 2015).



Gambar II.1. Sistem Pengaliran Distribusi Air Cara Gravitasi.

b. Cara Pemompaan

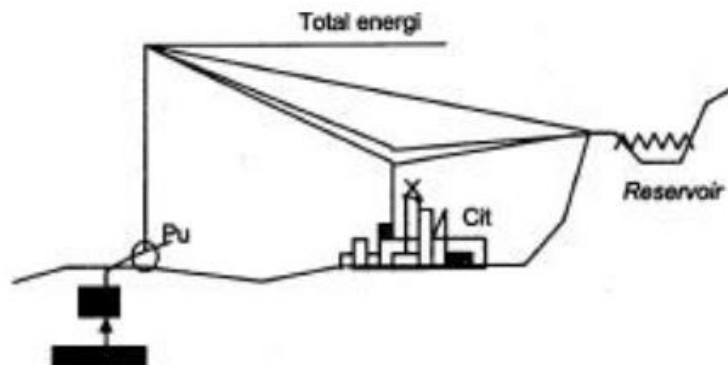
Dengan menggunakan metode ini dijelaskan bahwa pompa dapat diperlukan untuk menambah tekanan yang dibutuhkan untuk mengalirkan air dari reservoir atau penampungan air untuk kemudian disalurkan ke pengguna. Metode ini dilakukan bila wilayah pelayanan air bersih datar dan tidak ada daerah perbukitan atau dataran tinggi (Kaunang et al., 2015).



Gambar II.2. Sistem Pengaliran Distribusi Air Cara Pemompaan

c. Cara Gabungan

Dengan cara ini, reservoir atau penampungan air dapat digunakan untuk menjaga tekanan yang dibutuhkan untuk penggunaan jangka panjang dan situasi darurat, seperti ketika terjadinya kebakaran atau kekurangan energi. Periode terlalu lama atau tingkat penggunaan rendah. Sisa air dipompa dan disimpan di reservoir distribusi. Karena dalam hal ini reservoir distribusi dimanfaatkan untuk cadangan air dalam jangka waktu penggunaan tinggi atau penggunaan puncak, pompa dapat dijalankan pada perpindahan rata-rata (Kaunang et al., 2015).



Gambar II.3. Sistem Pengaliran Distribusi Air Cara Gabungan

6. Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi merupakan susunan pipa yang terhubung dan dimanfaatkan untuk menyalurkan air ke pengguna atau konsumen. Komposisi penyaluran distribusi ditentukan oleh kondisi topografi wilayah layanan dan lokasi instalasi pengolahan, dan pada umumnya dikategorikan sebagai berikut (Arif, 2018):

a. Sistem Cabang (*branch*)

Bentuk cabang yang ujungnya buntu (*dead-end*) mirip dengan cabang pohon. Pipa suplai air primer dihubungkan dengan pipa suplai air sekunder, dan pipa utama sekunder dihubungkan dengan pipa pelayanan utama (pipa distribusi tenaga listrik kecil), yang dihubungkan dengan suplai air minum gedung. Pada jaringan pipa yang buntu, arah aliran air selalu sama, dan air disuplai ke wilayah tersebut dari satu jalur pipa. (Arif, 2018).

1) Kelebihan

Adapun kelebihan adalah :

- a) Menggunakan sistem perpipaan yang sederhana dan biaya murah
- b) Direkomendasikan pada daerah yang sedang berkembang.
- c) Dapat dihitung dengan mudah bagaimana pengambilan dan tekanan

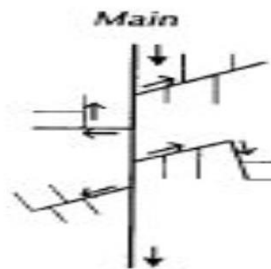
dari sisi titik mana saja.

- d) Dapat ditambahkan pipa untuk pengembangan ke perkotaan.
- e) Dengan populasi yang terbatas dapat menggunakan dimensi pipa lebih kecil.
- f) Dibutuhkan beberapa katup untuk mengoperasikan sistem.

2) Kekurangan

Dibalik kelebihan ada juga kekurangan, kekurangannya meliputi :

- a) Air tidak tersedia jika terjadi kerusakan.
- b) Tidak bisa dimanfaatkan untuk memadamkan api, karena ketersediaan air hanya berasal dari satu pipa.
- c) Tidak ada penggelontoran pada jalur buntu akan menyebabkan terjadi pencemaran dan sedimentasi
- d) Tekanan tidak terpenuhi, pada saat dilakukan penambalan areal ke dalam sistem penyediaan air minum.



Gambar II.4. Bentuk Sistem Distribusi dengan Sistem Cabang

b. Sistem Gridiron

Sistem gridiron adalah Pipa induk utama dan pipa induk sekunder berada di dalam kotak, dengan pipa induk utama, pipa induk sekunder, dan pipa layanan utama terhubung satu sama lain. Sistem ini paling banyak digunakan (Arif, 2018).

1) Kelebihan:

Adapun kelebihannya meliputi :

- a) Air dalam sistem mengalir bebas ke beberapa arah dan tidak

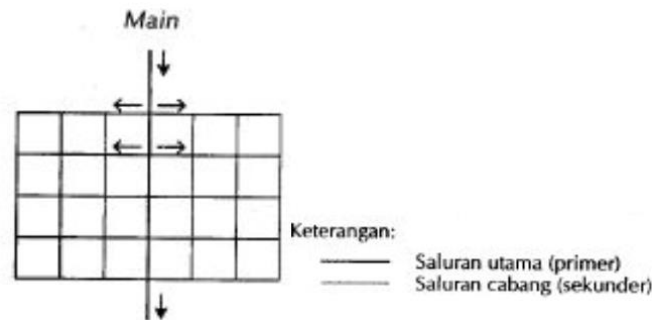
terjadi stagnasi seperti bentuk cabang.

- b) Air tersedia dari semua arah, ketika terjadi kebakaran.
- c) Air yang tersambung dengan pipa tersebut tetap mendapat air dari bagian yang lain ketika ada perbaikan pipa.
- d) Dalam sistem minimum. Kehilangan tekanan pada semua titik.

2) Kekurangan:

Adapun Kekurangannya meliputi :

- a) Untuk menghitung ukuran pipa lebih rumit.
- b) Kurang ekonomis karena perlu banyak pipa dan sambungan pipa



Gambar II.5. Bentuk Sistem Distribusi dengan Sistem Gridiron

c. Sistem Melingkar (*loop*)

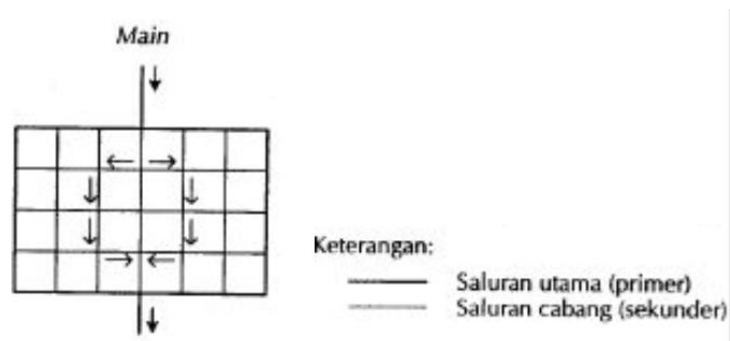
Pipa utama berada di sekitar area layanan. Pengambilan terbagi menjadi dua bagian, yang tiap-tiap pipa memutar mengelilingi batas area layanan, dan keduanya bertemu lagi di ujung (Gambar II.3). Pipa horizontal menyambungkan dua pipa induk utama. Di area daerah layanan, pipa pelayanan utama dihubungkan ke pipa induk utama. Sistem ini paling ideal (Arif, 2018).

1) Kelebihan:

Adapun Kelebihannya meliputi :

- a) Air dapat disediakan dari arah lain. Ketika terjadi suatu kerusakan pipa.
- b) Tersedia dari segala arah untuk memadamkan kebakaran air

- c) Desain pipa mudah.
- 2) Kekurangan:
 - Sedangkan kekurangannya meliputi :
 - a) Menggunakan pipa lebih banyak
 - b) Kurang Ekonomis



Gambar II.6. Bentuk Sistem Distribusi dengan Sistem Loop

7. Prediksi Kebutuhan Air

a. Prediksi Kebutuhan Air

Kebutuhan air adalah kebutuhan air yang diperlukan untuk memenuhi berbagai aktivitas manusia, termasuk air domestik dan non-domestik, air irigasi untuk pertanian dan perikanan, dan air pembilas perkotaan. Penggunaan air bersih di wilayah tertentu dapat dibedakan menjadi beberapa kategori berikut:

1) Kebutuhan Rumah Tangga (*Domestik*).

Untuk Indonesia bagi keperluan pemakaian domestik, bisa dibedakan :

- a) Untuk kota-kota = 100-500 l/orang/hari dengan minimum 86,4 l/orang/hari.
- b) Untuk daerah rural dapat diambil angka hasil studi WHO mengenai pemakaian air untuk daerah pedesaan di Negara-negara berkembang yaitu 60 l/orang/hari.

Permintaan air domestik sangat bergantung pada populasi dan konsumsi per kapita. Pertumbuhan penduduk (trend laju pertumbuhan)

menentukan kebutuhan air domestik. Pertumbuhan ini juga bergantung pada rencana pembangunan penataan ruang wilayah kabupaten. Selain itu, kecepatan penyambungan juga menjadi acuan untuk analisis. Perlu dilakukan survei kebutuhan aktual untuk memahami rasio sambungan, terutama di wilayah yang PDAM menyediakan sistem sambungan air bersih. Untuk penentuan penyambungan yang ada dapat digunakan sebagai dasar analisis (Asta, 2018).

2) Kebutuhan Non Domestik antara lain:

a) Kebutuhan Komersial dan Industri

Jumlah air bersih yang dipakai oleh badan-badan komersial dan industri dapat didasarkan pada kondisi setempat misalnya luas daerah industri dan aliran airnya tidak mengganggu masyarakat dan lingkungan sekitarnya. Permintaan komersial bisa mencapai 20-25% dari total penyediaan air (produksi). Permintaan industri diperkirakan 2% dari total produksi.

b) Penggunaan umum (*Public Use*)

Air yang dibutuhkan untuk pemakaian pada sekolah, rumah sakit, tempat ibadah, bangunan pemerintah, hidran kebakaran, dan sejenisnya. Besarnya berkisar 50-70 liter per kapita. Dalam perencanaan kebutuhan air untuk kebutuhan non domestik sekitar 15% dari jumlah kebutuhan air.

Tabel II.6 Konsumen air Non domestik

Kategori	Kebutuhan Air
Umum:	
Terminal	15-20 liter/orang/hari
Masjid	3.000 liter/unit/hari
Mushola	2.000 liter/unit/hari
Rumah Sakit	220-300 liter/bed/hari
Gereja	5-25 liter/orang/hari
Kantor	25-40 liter/orang/hari
Sekolah	15-30 liter/orang/hari
Puskesmas	2000 liter/unit/hari

Kategori	Kebutuhan Air
Industri:	
Industri Umum	40-400 liter/orang/hari
Peternakan	10-15 liter/orang/hari
Komersial :	
Bioskop	10 -15 liter/orang/hari
Hotel	80 -120 liter/orang/hari
Restoran	65-90 liter/orang/hari
Pasar atau Pertokoan	12.000 liter/hektar/hari

Sumber : *Program Pembangunan Prasarana Kota Terpadu (P3KT), 2000*

b. Neraca Air (*Water Balance*)

Merupakan kesetimbangan antara jumlah air yang disuplai dengan jumlah air yang didistribusikan, atau juga dapat dimaknai sebagai distribusi/persebaran air yang disuplai. Neraca air mampu merinci dan mengidentifikasi komponen-komponen dalam NRW dengan baik. Proses ini membantu untuk memahami ukuran, sumber dan biaya NRW. International Water Association (IWA) telah merumuskan struktur dan terminologi standar untuk neraca air internasional, yang telah diadopsi oleh asosiasi nasional di banyak negara di dunia (Yugistha, 2015).

c. Kehilangan dan Pemborosan (*Losses and Wastes*)

Kesalahan teknis dan non teknis merupakan faktor pemicu kehilangan dan pemborosan. Kesalahan-kesalahan misalnya : Kebocoran air dari sistem yang bersangkutan, kesalahan meteran dan sambungan yang tidak benar. Di dalam suatu sistem, kehilangan dan pemborosan air diperhitungkan kurang lebih 10 % dari jumlah kebutuhan air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat (Kaunang et al., 2015).

5) Fluktuasi Kebutuhan Air

Penggunaan air dalam suatu kelompok masyarakat bervariasi hampir secara terus menerus. Pada waktu malam hari penggunaan air selalu lebih sedikit daripada penggunaan air secara berjam-jam mencapai minimum

sebesar 25-40% dari rata-rata penggunaan secara jam-jaman pada siang hari. Menjelang siang hari biasanya jumlah kebutuhan mencapai puncaknya sebesar 150-200% dari rata-rata (Asta, 2018).

Data yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian oleh Asta adalah :

Tahun	Kebutuhan Air l/s	Harian Maksimum		Jam puncak	
		F	Jumlah l/s	F	Jumlah l/s
2016	102.1645	1,15	117,48	1,75	178.78
2019	138.2134	1,15	158,9	1,75	241,87
2022	165.8011	1,15	190,6	1,75	290,15
2026	191.9216	1,15	220,7	1,75	335,86

Rata-rata kebutuhan air pada tahun 2026 sebesar 191.9216 l/s, sehingga kebutuhan maksimum harian sebesar 22.7099 l/s, dan kebutuhan pada jam puncak sebesar 335.8629 l/s. Dilihat dari nilai tersebut maka kapasitas IPA saat ini sebesar 405 lt / dtk sehingga dapat dipastikan bahwa kebutuhan pelayanan air bersih di wilayah Tarakan Barat masih lebih tinggi dari total kapasitas IPA persemaian. Penggunaan harian rata-rata per orang bermacam-macam dari satu negara ke negara lain, dari kota ke kota, dan dari desa ke desa. Perubahan ini bergantung pada berbagai faktor, termasuk:

1) Besar Kecilnya kota/daerah

Efek ini biasanya tidak langsung, dan dapat diharapkan bahwa untuk kota-kota kecil, penggunaan harian rata-rata per orang juga akan kecil. Namun ini hanya karena konsumsi air di kota kecil biasanya dibatasi dibandingkan dengan kota besar. Namun, jika ada industri di kota kecil itu yang membutuhkan banyak air, konsumsi air per kapita akan meningkat.

2) Ada atau tidaknya Industri

Industri akan sangat mempengaruhi konsumsi air per kapita dari suatu daerah.

3) Kualitas Air

Persyaratan fisik, kimia dan bakteriologis harus dipenuhi. Sesuai

dengan syarat kualitas air bersih yang diatur dalam Permenkes RI No.1. 416 / MENKES / PerIX / 1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Air.

4) Harga Air

Semakin tinggi harga air maka semakin ekonomis masyarakat menggunakan air, sehingga rata-rata konsumsi air per orang per hari juga akan semakin menurun, meskipun hal ini biasanya tidak terlalu besar pengaruhnya.

5) Tekanan Air

Tekanan air yang rendah di dalam rumah akan menyebabkan penurunan konsumsi air per kapita. Misal: closet yang tersumbat, aliran air pada rumah-rumah bertingkat yang tidak baik, dan sebagainya akan mengurangi konsumsi air.

6) Iklim

Misalnya tentang air minum dan mandi. Di daerah bersuhu tinggi, konsumsi harian per kapita akan melebihi di daerah dingin.

7) Karakteristik Penduduk

Tingginya dan rendahnya standar hidup penduduk dan kebiasaan sehari-hari mereka sangat mempengaruhi cara mereka menggunakan air (Octaviana, n.d.).

6) Pertumbuhan penduduk

Pertumbuhan penduduk bentuk dari keseimbangan dinamis antara kekuatan untuk menambah populasi dan kekuatan untuk menurunkan populasi. Penduduk akan terus dipengaruhi oleh jumlah bayi yang lahir (pertambahan penduduk), namun pada saat yang sama juga akan dipengaruhi oleh jumlah kematian pada semua kelompok umur (penurunan penduduk). Pada saat yang sama imigran juga menjalankan peran yang cukup penting dalam pertumbuhan penduduk, imigran (pendatang baru) akan menambah jumlah penduduk, sedangkan emigran akan menurunkan

jumlah penduduk (Badan Pusat Statistik, 2019).

Menurut Avriliani, dkk (2013) terdapat berbagai faktor yang memberikan dampak pada penambahan konsumsi air, salah satunya yakni pertumbuhan penduduk. Peningkatan konsumsi air akan semakin tinggi jika jumlah penduduk dan sosial ekonomi meningkat. Selain itu dengan ada kondisi pandemi Covid-19 seperti saat ini dan mengharuskan pola hidup sehat dan rajin mencuci tangan, konsumsi air juga terus mengalami penambahan (Kontan, 2022).

7) Jumlah Sambungan

Jumlah sambungan dibagi menjadi 9 kategori, antara lain masyarakat biasa, masyarakat khusus, keluarga (2A), keluarga (2B), instansi pemerintah, usaha kecil, dan usaha besar.

8) Pemakaian Air dalam Liter/Orang/Hari.

Pemakaian air dalam Liter/Orang/Hari dapat disesuaikan dengan standar yang telah ada.

8. Perencanaan Kebutuhan Air

a. Proyeksi Jumlah Penduduk

Untuk menghitung suatu perkiraan jumlah penduduk dalam jangka kedepan, secara umum dapat digunakan perhitungan dengan menggunakan metode perhitungan aritmatik, geometrik dan requesi eksponensial. Berikut penjelasan mengenai ketiga metode tersebut menurut Prof. Sri Moertiningsih Adioetomo, Ph.D. dan Omas Bulan Samosir dalam bukunya Dasar-Dasar Demografi (2015:227-228):

1) Metode Aritmatik (*arithmeticrate of growth*)

Saat menggunakan metode aritmatika (laju pertumbuhan aritmatika) untuk memperkirakan populasi masa depan, diasumsikan bahwa populasi masa depan akan tumbuh dengan jumlah yang sama setiap tahun. Berikut ini adalah ekspresi dari metode aritmatika.

$$P_n = P_0 (1 + rn)$$

Keterangan:

P_n = Jumlah penduduk tahun n

P_0 = Jumlah penduduk tahun awal (dasar)

r = angka pertumbuhan penduduk

n = periode waktu antara tahun dasar dan tahun n (dalam tahun)

2) Metode Geometrik

Diamsusikan jumlah penduduk akan bertumbuh secara geometric dengan metode geometric untuk perkiraan jumlah penduduk pada masa yang akan datang atau masa depan yang menggunakan dasar perhitungan bunga-berbunga (bunga majemuk). pertumbuhan penduduk (*rate of growth*) dianggap sama untuk setiap tahun. Berikut ini adalah rumus metode geometrik.

$$P_t = P_0 (1+r)^n$$

Keterangan:

P_t = Jumlah penduduk pada tahun t

P_0 = Jumlah penduduk tahun awal (dasar)

r = Angka pertumbuhan penduduk

n = Periode waktu antara tahun dasar dan tahun n (dalam tahun)

3) Metode Exponential Rate Of Growth

Perhitungan penduduk secara berkepanjangan (*continous*) setiap tahun dengan nilai pertumbuhan (*rate*) yang relatif konstan/ tetap. Adapun perhitungan dengan cara ini menggunakan rumus seperti :

$$P_t = P_0 \cdot e^{rt}$$

Keterangan :

P_t = Jumlah Penduduk pada tahun t

E = Bilangan pokok dari sistem logaritma natural yang besarnya sama dengan 2,7182818.

4) Model Kurva Polinomial

Cara ini dengan menggunakan kecenderungan dalam laju pertumbuhan penduduk dianggap tetap. Adapun Rumus Kurva Polinomial adalah sebagai berikut :

$$P_t - Q = p_t - b(Q)$$

Keterangan :

P_t = Jumlah Penduduk pada tahun dasar

$P_t - Q$ = Jumlah Penududuk pada Tahun ($t - Q$)

Q = Selang waktu untuk tahun ke tahun ($t - Q$)

$$b_n Q-1 = b / Q - 1$$

b = Rata-rata pertumbuhan jumlah penduduk tiap tahun

b_n = Tambahan penduduk n tahun

(Sumber : Badan Pusat Statistik, Jakarta-Indonesia, 2010)

b. **Prediksi Pertambahan Tempat-Tempat Umum.**

1) **Fasilitas Pendidikan.**

Fungsi sarana pendidikan adalah untuk melayani masyarakat, oleh karena itu pertumbuhan peserta didik diperhitungkan sama atau sama dengan laju pertumbuhan penduduk. Berdasarkan peraturan Direktorat Jenderal Cipta Karya Dep.Pu, faktor yang dipertimbangkan adalah banyaknya siswa dengan kebutuhan air 15 liter / orang / hari.

2) **Fasilitas peribadatan**

Sarana ibadah yang dimanfaatkan masyarakat sebagai tempat untuk peribadahan, dengan hal ini peningkatan jumlah pelayanan dianggap sama dengan laju pertumbuhan penduduk. Sesuai aturan Tata Kelola Umum Perumahan Rakyat (Departement.PU), kebutuhan air bersih masjid adalah 3000 liter / unit / hari. Jumlah musholla 2000 liter / unit / hari, diasumsikan jumlah masjid yang diprediksikan akan bertambah 1 unit setiap 5 tahun sekali, untuk mushola akan bertambah 1 unit setiap 2 tahun sekali.

3) **Fasilitas Pasar**

Ada juga fasilitas pasar yang memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari. Pasar ini membutuhkan adanya air bersih. Proyeksi jumlah pasar dianggap konstan, dengan artian tidak ada penambahan fasilitas pasar.

4) Fasilitas Olahraga

Fasilitas lapangan olahraga, termasuk lapangan sepak bola, lapangan voli dan lapangan bulu tangkis, dihitung dengan menggunakan satuan / orang lapangan. Kebutuhan air bersih pengguna lapangan olahraga dihitung 10 l / orang /detik. Dengan asumsi perhitungan kebutuhan air untuk sarana olahraga sesuai dengan prakiraan 10 tahun maka konstanta adalah konstan, artinya tidak ada penambahan fasilitas olahraga lain.

5) Fasilitas Perkantoran dan Pertokoan

Fasilitas kantor dan toko. Konsumsi air perkotaan yang dihitung adalah 25 liter per orang per hari. Asumsi peramalan jumlah pegawai kantor setiap tahun bertambah 2 pegawai, prakiraan jumlah pegawai toko akan bertambah 2 pegawai setiap tahun, dan prakiraan jumlah pegawai toko juga akan bertambah 2 pegawai setiap tahun. 2 karyawan per tahun, atau asumsi 1 unit toko ditambahkan setiap tahun (asumsi 1 unit = 2 karyawan).

c. Proyeksi debit yang akan datang

1) Kebutuhan air Domestik

Kebutuhan air domestik mengacu pada keperluan air bersih untuk kebutuhan rumah tangga yang dihasilkan melalui sambungan rumah (SR) dan kebutuhan umum yang disediakan oleh fasilitas hidran kebakaran (HU) umum.

Rumus :

$$Q_d = Y \times S_d$$

Keterangan :

Q_d = Debit kebutuhan air domestik (liter/hari)

S_d = Standart kebutuhan air domestik (liter/hari)

Y = Jumlah penduduk (orang)

2) Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non-rumah tangga adalah sarana dan prasarana wilayah yang membutuhkan air bersih ada atau yang akan datang yang ditentukan dalam rencana tata ruang. Sarana dan prasarana berupa kepentingan sosial / umum, seperti hotel dan perkantoran, restoran, dan lainnya. Digunakan untuk pendidikan, tempat ibadah, kesehatan, dan komersial. Selain itu, industri, pariwisata, pelabuhan, transportasi, dan lainnya juga membutuhkannya. Rumus :

$$Q_n = Q_d \times S_n$$

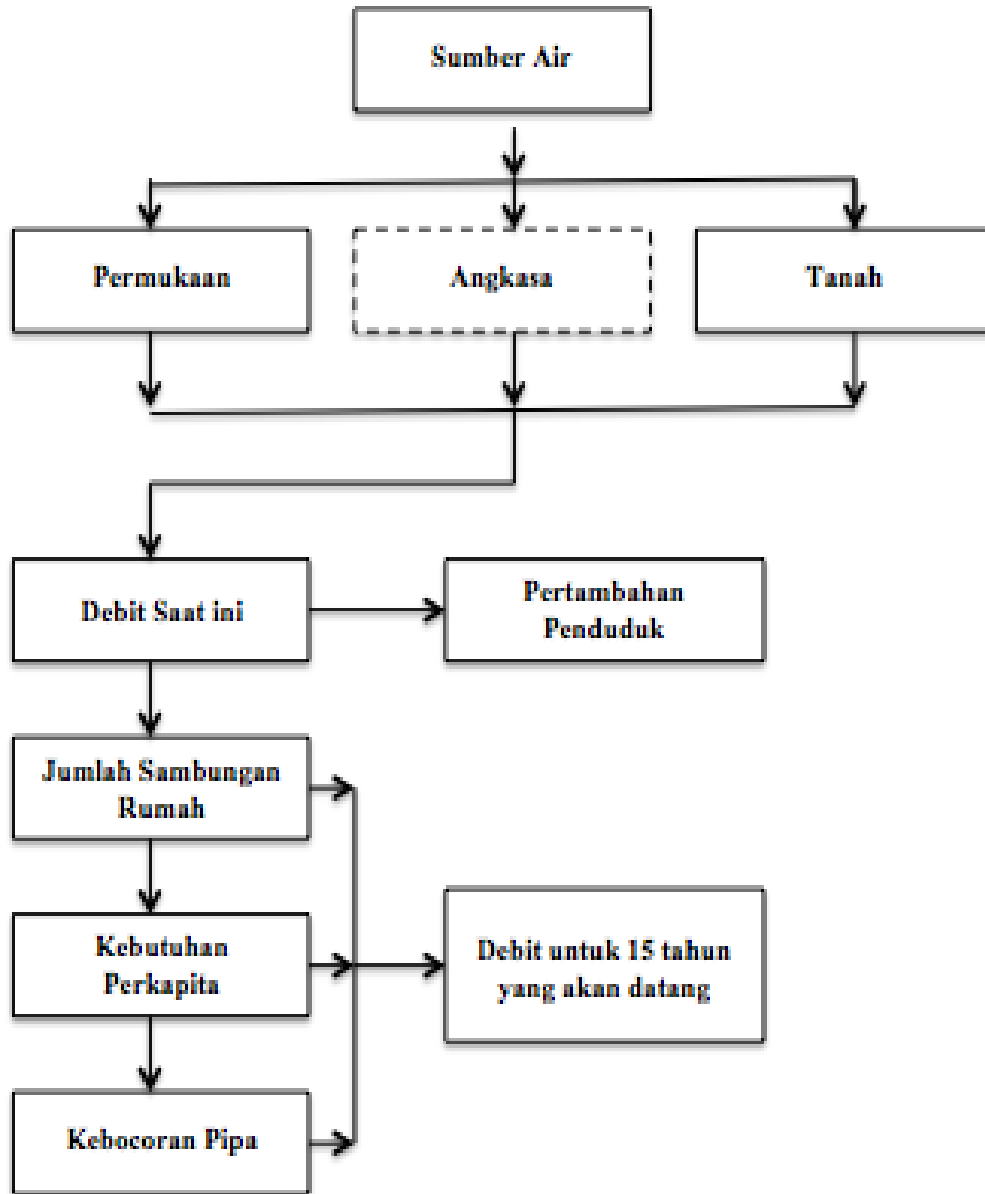
Keterangan :

Q_n = Debit kebutuhan air non domestic (liter/hari)

Q_d = Debit kebutuhan domestic (liter/hari)

S_n = Standart kebutuhan air non domestic (liter/hari) (Sipil Statistik, 2016)

C. Kerangka Teori



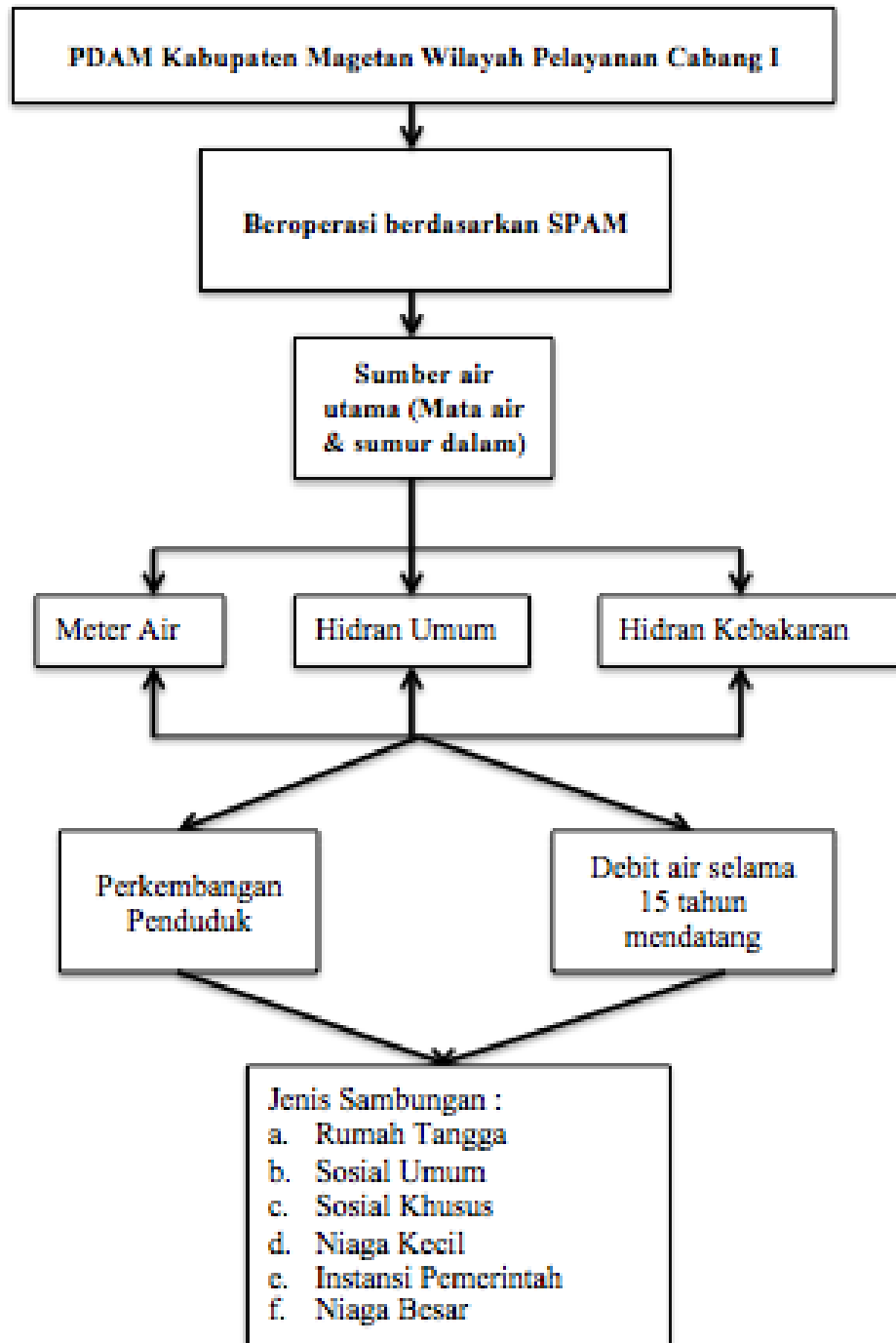
Gambar II.7 Kerangka Teori

Keterangan :

—— : Diteliti

----- : Tidak diteliti

D. Kerangka Konsep



Gambar II.8 Kerangka Konsep