

SKRIPSI

PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM (SPAM) KECAMATAN KAPUR IX KABUPATEN LIMA PULUH KOTA

Disusun sebagai salah satu syarat akademik
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata Satu (S1)



Oleh :

BUDI ANDRI
18.10.002.22201.029

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
TAHUN 2022**

HALAMAN PENGESAHAN
PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM (SPAM)
KECAMATAN KAPUR IX KABUPATEN LIMAPULUH KOTA

Oleh

BUDI ANDRI
181000222201029

Dosen Pembimbing I,



Ir. SURYA EKA PRIANA M.T. IPP
NIDN 1016026603

Dosen Pembimbing II,



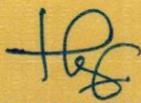
Ir. ANA SUSANTI YUSMAN M.E.,ng
NIDN 1017016901

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sumatera Barat



MASRIH, ST, MT
NIDN 1200744

Ketua Program Studi
Teknik Sipil



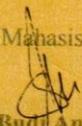
HELGA YERMADONA, S, Pd, MT
NIDN 1013098502

LEMBARAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 27 Agustus 2022 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Bukit Tinggi Agustus 2022

Mahasiswa


Budi Andri

181000222201029

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal 27 Agustus 2022

1. Jon Hafnil, S.T., M.T

1.

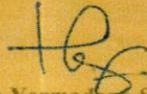


2. Zuheldi, S.T., M.T

2.



Mengetahui
Ketua Program Studi
Teknik Sipil



Helga Yermadana, S.P.d.MT
NIDN 1013098502

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : BUDI ANDRI
Tempat & Tanggal Lahir : Solok Bio-Bio 4 juli 1981
NIM : 181000222201029
Judul Skripsi : Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum
(Spam) Kecamatan Kapur IX Kabupaten Lima
Puluh Kota

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di UM Sumatera Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bukit Tinggi Juni 2022

Yang membuat pernyataan



Budi Andri

181000222201029

ABSTRAKS

Kebutuhan air bersih terus meningkat dengan jumlah penduduk yang terus bertambah. Meskipun ketersediaan air cukup memadai tetapi cara menyalurkan dari sumber air masih relative terbatas sehingga belum dapat memenuhi semua kebutuhan air. Untuk mrncapai keseimbangan antara kebutuhan air dan ketersediaan air di masa mendatang, diperlukan upaya pembangunan prasarana untuk pemenuhan air baku yang baik. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kebutuhan air, ketersediaan sumber air, perencanaan pendukung seperti bak pelepas tekan, bak pelayanan umum, jaringn pipa distribusi dan rencana anggaran Kecamatan Kapur IX Kabupaten Lima Puluh Kota, Dalam penelitian ini kebutuhan air dihitung berdasarkan jumlah Penduduk . Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Kapur IX Sumber air yang digunakan adalah Air curah . Jumlah ketersediaan air dihitung dengan Metode Geometrik, Metode Aritmatik dan Metode Potensial. Sumber air baku yang dimanfaat adalah Air Batang Simonok dan Lubuak Sati dengan debit pengambilan $40 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Hasil pengujian Labor dapat memenuhi persyaratan Permenkes RI No.416/1990 Hasil simulasi kondisi eksisting dan kondisi pengembangan (tahun 2029) supaya produksi atau suplai air yang disuplaikan ke Kecamatan Kapur IX dan kapasitas tandon yang tersedia cukup untuk memenuhi kebutuhan air pelanggan dan kontinuitas aliran 24 jam supaya sesuai dengan kriteria perencanaan pengembangan.

Kata kunci : Kebutuhan air Minum, Kapasitas , Reservoir

ABSTRACT

The need for clean water continues to increase with the increasing population. Although the availability of water is quite adequate, the way to distribute it from water sources is still relatively limited so that it has not been able to meet all water needs. In order to achieve a balance between water demand and water availability in the future, it is necessary to develop infrastructure to fulfill good raw water. The purpose of this study was to determine water demand, availability of water sources, supporting planning such as pressure relief tanks, public service tanks, distribution pipelines and budget plans in Kapur IX District, Lima Puluh Kota Regency. In this study, water needs were calculated based on the population. This research was conducted in Kapur IX District. The water source used was bulk water. The amount of water availability is calculated by the Geometric Method, Arithmetic Method and Potential Method. The raw water sources used are Batang Siminok and Lubuak Sati waters with a discharge discharge of 40 m³/sec. The results of Labor testing can meet the requirements of the Minister of Health RI No. 416/1990 Simulation results of existing conditions and development conditions (2029) so that the production or supply of water supplied to Kapur IX District and the available reservoir capacity are sufficient to meet customer water needs and flow continuity, hours to meet the development planning criteria.

Keywords: *Drinking water needs, Capacity, Reservoir*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikannya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat (UM Sumatera Barat).

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, Skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini, yaitu kepada:

Orang tua, kakak, dan adik serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan moril, doa, dan kasih sayang;

1. Bapak Masril ST,MT selaku Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat
2. Bapak Hariyadi, S . Kom,M.Kom, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat;
3. Ibu Helga Yermadona,S.Pd,M.T selaku Ketua Program Studi Teknik;
4. Ibu Ir.Ana Susanti Yasman,M.Eng selaku Dosen Pembimbing Akademik;
5. Bapak Ir Surya Eka Priana. M.T. IPP selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan
6. Ibu Ir.Ana Susanti Yasman.M.Eng selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis;
7. Bapak/Ibu Tenaga Kependidikan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat;
8. Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya, khususnya mahasiswa teknik sipil.

Bukit Tinggi, Juni 2022

Penulis

.DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	I
HALAMAN PENGESAHAN	II
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	III
ABSTRAK.....	IV
KATA PENGANTAR	V
DAFTAR ISI	VI
DAFTAR TABEL.....	VII
DAFTAR GAMBAR.....	VII
DAFTAR NOTASI.....	IX
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan penelitian	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Umum Penelitian	4
2.2. Sumber Air Baku	4
2.1.1.Siklus Hidrologi.....	4
2.1.2. Sumber Air Minum.....	5
2.3. Sistem Penyediaan Air Minum	7
2.3.1 Standar Kualitas Air Minum.....	8
2.3.2 Bagian bagian Sarana Air Air Minum.....	14
2.4. Metoda Pemenuhan Kebutuhan Air	19
2.4.1. Proyeksi jumlah penduduk.....	19

2.4.2. Metode Arimatika.....	19
2.4.3. Metode Geometri	20
2.4.4. Metode Eksponensial.....	20
2.4.5. Metode Logaritmatik.....	21
2.4.6. Pemilihan Metode proyeksi.....	21
2.4.7. Kapasitas dan Fluktuasi Air Minum.....	25
2.4.8. Sistem Transmisi.....	26
2.4.9. Sistem Distribusi Air Minum.....	30
2.4.10. Hidrolika Aliran Dalam Pipa.....	32
2.5. Kriteria Pelanggan dan Kebutuhan Air.....	35
2.5.1. Kriteria Kualitas /Kebutuhan Air.....	35
2.5.2. Kriteria Kualitas Air.....	35
2.5.3. Kriteria Pelayanan Air Minum.....	35
2.5.4. Kriteria Desain Sistem Penyediaan air Minum.....	36
2.5.4.1. Intake.....	36
2.5.4.2. Prasedimentasi.....	37
2.5.4.3. Koagulasi.....	37
2.5.4.4. Flokulasi.....	37
2.5.4.5. Sedimentasi.....	37
2.5.4.6. Inlet dan Outlet.....	37
2.5.4.7. Filtrasi.....	38
2.5.4.8. Unit Kimia.....	38
2.5.4.9. Reservoir.....	39
2.5.4.10. Hidrolis jaringan pipa.....	40

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Daerah Penelitian.....	41
3.2. Jenis Penelitian.....	41
3.3. Teknis Pengumpulan data.....	42
3.4. Bagan Alir Penulisan.....	43
3.5. Bagan Alir.....	44

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1	Data Hasi Penelitian.....	45
4.2	Analisis Data.....	46
4.3	Prediksi Pertambahan Palanggan Pdam Unit Kapur IX.....	52
4.4	Produksi Kebutuhan Air Minum Menurut Jumlah Pelanggan.....	58
4.5	Analisa Terhadap Cakupan Pelayanan Air Minum.....	60
4.6	Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air yang akan di Distribusikan di Kecamatan kapur IX.....	62
4.7	Analisis Kapasitas Reservoir Kecamatan Kapur IX.....	63

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan.....	65
5.2.	Saran	66

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Standar Air Minum	8
Tabel 2.2	Kriteria Mutu Air Kelas 1 (satu)	12
Tabel 2.3	Kebutuhan Air Menurut Jenis Kota	22
Tabel 2.4	Kebutuhan Air non Domestik	23
Tabel 4.1	Jumlah Penduduk Kecamatan Kapur IX 2017-2021	45
Tabel 4.2	Data Pelanggan Pdam Kapur IX 5 Th terakhir	46
Tabel 4.3	Data penduduk Kecamatan kapur IX 5 Th terakhir	47
Tabel 4.4	Metode Linier.....	49
Tabel 4.6	Pertumbuhan Jumlah Penduduk Kecamatan Kapur IX TH 2029	50
Tabel 4.7	Prediksi Jumlah penduduk Kecamatan Kapur IX Th 2022-2029.....	51
Tabel 4.8	Data Pelanggan Pdam Unit Kapur IX 5th terakhir	53
Tabel 4.9	Pelanggan Rumah Tangga	53
Tabel 4.10	Pelanggan Sekolah	54
Tabel 4.11	Pelanggan Pemerintah	55
Tabel 4.12	Pelanggan Sosial	56
Tabel 4.13	Pelanggan Niaga	57
Tabel 4.14	Perhitungan Kebutuhan Air Menurut Jenis Pelanggan.....	60
Tabel 4.15	Data Sumber Air Baku Pdam Unit Kapur IX.....	62
Tabel 4.16	Prediksi Kebutuhan Air Minum yang diolah	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus Hidrologi	5
Gambar 2.2	Bak Penampung Pemakaian	14
Gambar 2.3	Jaringan Pipa Tranmisi	16
Gambar 2.4	Saluran Terbuka.	26
Gambar 2.5	saluran Tertutup	27
Gambar 2.6	<i>Loop</i> sederhana	33
Gambar 3.1	Peta lokasi Studi.....	41
Gambar 3.2	Bagan alir	44



DAFTAR NOTASI

D	: Diameter pipa (m)
F	: Fakto hari maksimum (1t/hari)
G	: Percepatan gravitasi (m/det^2)
H	: Kehilangan tenaga selama pengaliran dalam sistem (m)
JP	: Jumlah Penduduk saat ini (Jiwa)
$Kt\%$: Prosentase kehilangan air atau kebocoran
L	: Panjang pipa (m)
N	: Tahun Proyeksi
Po	: Jumlah Penduduk tahun ke 0
Pn	: Jumlah Penduduk pada tahun ke -n
$Pn+1$: Jumlah Penduduk
$P1\%$: Prosentase Pelanayanan yang akan dilayani
Pt	: Jumlah Penduduk tahun proyeksi
Q	: Debit air (m^3/det)
qD	: Kebutuhan air domestik (1t/ org / hari)
qnD	: Kebutuhan air non domestik (1t/org/hari)
qT	: Kebutuhan air total (1t/hari)
qHL	: Kebocoran atau Kehilangan air
qRH	: Kebutuhan air rata – rata (1t/hari)
qm	: Kebutuhan air maksimum (1t/hari)
Re	: Bilangan Reynold takber dimensi
R	: Persen Pertambahan Penduduk tiap tahun
S	: Standar Kebutuhan air rata – rata
SR	: Standar Sambungan Rumah
t	: Periode Perencanaan
$Z1$: Energi statis batas

BAB 1

PENDAHULUAN

I.I LATAR BELAKANG

Air minum merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia yang dibutuhkan secara berkelanjutan. Penggunaan air minum sangat penting untuk konsumsi rumah tangga, kebutuhan industri dan tempat umum. Karena pentingnya kebutuhan akan air minum, maka adalah hal yang wajar jika sektor air minum mendapat prioritas penanganan utama karena menyangkut kehidupan orang banyak, pemenuhan kebutuhan air minum sangat bergantung pada kesediaan sumber air minum diantaranya dapat diperoleh dari air tanah dan air permukaan yaitu dapat disediakan dari sungai, mata air, bendung dan waduk /embung

Mengingat air minum merupakan kebutuhan yang tidak terbatas dan berkelanjutan yang harus terpenuhi setiap saat, tidak hanya menyangkut debit yang cukup tetapi secara kualitas memenuhi standar yang berlaku (ketentuan Umum Permenkes No.416/Menkes/PER/IX/1990) dan secara kuantitas maupun kontinuitas harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat yang dilayaninya.

Berdasarkan data survay PDAM Kecamatan Kapur IX Kabupaten Lima Puluh kota Tahun 2017, bahwa sudah 45% masyarakat Kecamatan Kapur IX menggunakan jaringan air minum, untuk memenuhi kebutuhan air minum PDAM Kecamatan Kapur IX yang memanfaatkan dua (2) sumber air permukaan yang berlokasi di Lubuak Sati 30 liter/detik dan batang Simonok 10 liter / detik. Kecamatan Kapur IX merupakan daerah pedesaan yang mengalami pemekaran daerah. Karena itu segala kegiatan pembangunan, dan lain sebagainya berkembang. Perkembangan tersebut tentu saja diiringi dengan pertumbuhan penduduk baik di Kecamatan Kapur IX dan sekitarnya. Dengan pertumbuhan penduduk yang terus meningkat maka kebutuhan air minum terus menerus meningkat pula.

Kondisi *eksisting* Kecamatan kapur IX sebagian besar adalah wilayah perumahan pertokoan dan banyaknya usaha-usaha lainnya. Air minum yang diiringi dengan pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dapat mengakibatkan bertambahnya konsumsi air minum. Sehingga keadaan seperti ini

dapat berpengaruh langsung pada ketersediaan (potensial) air minum yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan wilayah kecamatan kapur IX.

Beberapa tahun kedepan jumlah penduduk akan semakin pesat yang tentunya akan berpengaruh terhadap peningkatan jumlah kebutuhan air minum. Ketersediaan air yang ada belum tentu dapat menyeimbangi kebutuhan air minum yang terus meningkat, untuk itu perlu dilakukan perencanaan penyediaan air minum yang ada sampai beberapa tahun kedepan, dalam penelitian ini sampai dengan tahun 2029. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif pemecahan masalah air minum terutama untuk daerah wilayah Kecamatan Kapur IX Kabupaten Lima Puluh Kota

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- 1 Berapakah besar kebutuhan air minum di Kecamatan Kapur IX Kabupaten Lima Puluh Kota berdasarkan peningkatan jumlah penduduk sampai 10 tahun yang akan datang
- 2 Bagaimana perbandingan antara kebutuhan air dengan ketersediaan air yang ada sampai 10 tahun yang akan datang
- 3 Apakah ketersediaan air yang ada mencukupi kebutuhan daerah Kecamatan kapur IX hingga tahun 2029

1.3 Batasan Masalah

Untuk memberikan arahan yang lebih baik serta memudahkan penyelesaian masalah sesuai dengan tujuan yang diinginkan, maka batasan masalah dapat diambil adalah:

1. Analisa kebutuhan air minum Kecamatan Kapur IX dihitung berdasarkan pertumbuhan penduduk 5 tahun terakhir
2. Analisa kebutuhan air minum Kecamatan Kapur IX dihitung berdasarkan pertumbuhan penduduk 10 tahun kedepan
3. Data ketersediaan air didapatkan dari PDAM Kecamatan Kapur IX
4. Analisa dilakukan bersumber dari air permukaan Lubuak Sati dan Batang Simonok

1.4 Tujuan penelitian

Adapun tujuan dari studi ini adalah mengetahui upaya memenuhi kebutuhan air minum Kecamatan Kapur IX dan membentuk suatu sistem jaringan mandiri dalam hal penyediaan dan pengelolaan air minum sebagai solusi dalam penanganan masalah ketersediaan air minum yang masih terbatas. Selain itu juga untuk memenuhi kebutuhan air minum terutama bagi nagari- nagari yang belum terlayani seperti :

1. Berapa besar Kebutuhan air minum di daerah Kecamatan Kapur IX untuk 5 (lima) Tahun terakhir
2. Berapa besar kebutuhan air minum di Kecamatan Kapur IX untuk 10 (sepuluh) untuk tahun kedepan
3. Kebutuhan debit *exsisting*.

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagaimana disampaikan pada uraian berikut meliputi antara lain:

BAB 1 : Pendahuluan

Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, sistematika penulisan

BAB II : Tinjauan Pustaka

Membahas tentang gambaran umum Kecamatan Kapur IX, sumber air baku, sistem penyediaan air minum menurut metode kebutuhan air,

BAB III : Metodologi

Membahas tentang waktu dan tempat penelitian, jenis penelitian, teknis pengumpulan data, penyusunan laporan, bagan alir penelitian

BAB IV : Analisis Dan Pembahasan

Membahas tentang pertumbuhan jumlah penduduk 5 tahun dan 10 tahun kedepan, jumlah pelanggan 5 tahun terakhir 10 tahun kedepan, jumlah kebutuhan air minum,

BAB V : Penutup

Membahas tentang kesimpulan dan saran

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.6. Tinjauan Umum Penelitian

2.7. Sumber Air Baku

Sumber air dalam sistem penyediaan air minum merupakan salah satu komponen yang mutlak harus ada, karena tanpa sumber air sistem penyediaan air tidak akan berfungsi. Berdasarkan daur hidrologi, di alam ada beberapa jenis sumber air dimana masing-masing mempunyai karakteristik spesifik. Sebagaimana kita ketahui bahwa makhluk hidup tanpa terkecuali membutuhkan air. Dimana air dapat tersedia dalam bentuk padat (es), cairan (air) dan (penguapan).

Pada manusia, air selain sebagai konsumsi makan dan minum juga diperlukan untuk keperluan pertanian, industri dan kegiatan lain. Dengan perkembangan peradaban dan zaman serta semakin banyaknya penduduk, akan menambah aktifitas kehidupannya. Hal ini berarti pula akan menambah kebutuhan air minum.

2.1.1. Siklus Hidrologi

Tahap pertama siklus hidrologi adalah proses penguapan (*evaporasi*) air laut dan permukaan. Uap dibawa ke atas daratan oleh masa udara yang bergerak. Bila didinginkan hingga titik embunnya, maka uap akan terkondensasi menjadi butiran air yang dapat dilihat berbentuk awan atau kabut. Dalam kondisi *meteorologist* yang sesuai, butiran-butiran air kecil akan berkembang cukup besar untuk dapat jatuh ke permukaan bumi sebagai hujan. Pendinginan masa udara yang besar terjadi karena pengangkatan. Berkurangnya tekanan yang diakibatkan oleh berkurangnya suhu, sesuai dengan hukum tentang gas yang berlaku. Pengangkatan *orografis* akan terjadi bila udara dipaksa naik diatas suatu hambatan yang berupa gunung. oleh sebab itu lereng gunung yang berada pada arah angin biasanya menjadi daerah yang berpotensi hujan lebat. Sekitar dua pertiga dari presipitasi yang mencapai permukaan tanah dikembalikan lagi ke udara melalui penguapan dari permukaan air, tanah dan tumbuh-tumbuhan serta

melalui transpirasi oleh tanaman. Sisa presipitasi akhirnya kembali ke laut melalui saluran-saluran diatas atau dibawah tanah.

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi



Sumber : Dari Google cendikia com Tanggal 28 juni 2022

2.1.2. Sumber Air Minum

Menurut Soemarto (1987) air yang dapat kita manfaatkan bagian dari daur hidrologi (*HydrologiCycle*) dibagi menjadi menjadi 3 golongan sebagai berikut:

- 1) Air permukaan, seperti air danau, air rawa, air sungai dan sebagainya,
- 2) Air tanah, seperti mata air, air dalam atau air tanah dangkal,
- 3) Air atmosfer, seperti hujan, es atau salju

Beberapa sumber air baku yang dapat digunakan untuk penyediaan air minum dikelompokkan sebagai berikut:

1. Air hujan

Hujan disebut juga dengan air angkasa. Beberapa sifat kualitas dari air hujan sebagai berikut :

- a. Pada saat uap air terkondensi menjadi hujan, maka air hujan merupakan air murni (H_2O), oleh karena itu air hujan yang jatuh ke bumi mengandung mineral relatif rendah yang bersifat lunak.

- b. Gas-gas yang ada di atmosfer umumnya larut dalam butir-butir air hujan terkontaminasi dengan gas seperti CO₂, menjadi agresif. Air hujan yang bereaksi dengan gas SO₂ dari daerah vulkanik atau daerah industri akan menghasilkan senyawa asam (H₂SO₄ *acid rain* yang bersifat asam atau agresif.
- c. Kontaminan lainnya adalah partikel padat seperti : debu, asap, partikel cair, mikroorganisme seperti virus dan bakteri. Dari segi kuantitas air hujan tergantung pada tinggi rendahnya curah hujan, sehingga air hujan tidak biasa mencukupi persediaan air bersih karena jumlahnya fluktuatif. Begitu pula jika dilihat dari segi kontinuitasnya, air hujan tidak dapat digunakan secara terus-menerus karena tergantung pada musim.

2. Air permukaan

Air permukaan yang biasanya dimanfaatkan sebagai sumber penyediaan air bersih adalah :

- a. Air waduk (berasal dari air hujan dan air sungai)
- b. Air sungai (berasal dari air hujan dan mata air)
- c. Air danau (berasal dari air hujan, air sungai atau mata air)

Pada umumnya air permukaan telah terkontaminasi oleh zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan, sehingga memerlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi oleh masyarakat yang ada di Indonesia. Menurut Ditjen Cipta Karya,

Departemen Pekerjaan Umum (1984), sumber air terdiri dari :

- a. Air permukaan dengan tingkat kekeruhan tinggi
- b. Air permukaan dengan tingkat kekeruhan rendah sampai sedang
- c. Air permukaan dengan tingkat kekeruhan yang temporer
- d. Air permukaan dengan kandungan warna sedang sampai tinggi
- e. Air permukaan dengan tingkat kesadahan tinggi
- f. Air permukaan dengan tingkat kesadahan rendah.

Air permukaan adalah air baku yang berasal dari sungai, saluran irigasi, waduk kolam atau danau.

3. Mata air

Air dalam tanah mengalir pada lapisan tanah berpasir atau bebatuan, mengalir melalui celah lapisan batu. Bila aliran ini terhalang oleh suatu lapisan kedap air (seperti tanah liat, tanah padat, batu atau cadas), maka akan mengalir dan muncul ke permukaan tanah. Dalam segi kualitas, mata air sangat baik bila dipakai sebagai air baku karena berasal dari dalam tanah yang muncul ke permukaan tanah akibat tekanan. Pada umumnya mata air cukup jernih dan tidak mengandung zat padat tersuspensi atau tumbuh-tumbuhan mati karena mata air melalui proses penyaringan alami dimana lapisan tanah atau batuan menjadi media penyaring.

4. Air tanah

Air tanah banyak mengandung garam dan mineral yang terlarut pada waktu air melewati lapisan-lapisan tanah. Tetapi tidak menutup kemungkinan air tanah dapat tercemar oleh zat-zat seperti Fe, Mn dan kesadahan yang terbawa oleh aliran permukaan tanah.

2.8. Sistem Penyediaan Air Minum

Dilihat dari sudut bentuk dan tekniknya Sistem Penyediaan Air Minum dibedakan atas :

1. Sistem individual / setempat (*individual Water Supply System*)
 - a. Merupakan sistem untuk penggunaan individual dan untuk pelayanan yang terbatas
 - b. Sistem sangat sederhana
 - c. Terbatas untuk lingkungan atau kompleks perumahan tertentu ataupun suatu industri
2. Sistem Perkotaan atau komunitas (*municipality/ Community Water Supply Sytem*)
 - a. Sistem untuk komunitas atau kota dan untuk pelayanan yang menyeluruh (kebutuhan domestik, perkotaan dan industri)
 - b. Mempunyai komponen yang lengkap baik dari sudut teknis maupun pelayanan
 - c. Menggunakan satu atau lebih sumber air untuk melayani satu atau beberapa komunitas dan dengan pelayanan yang berbeda beda pula

Dalam sistem penyediaan air minum terdapat (4) komponen utama, yaitu

1. Sistem sumber
2. Sitem Transmisi
3. Intalasi Pengolahan/ Unit pengolahan
4. Sistem Distribusi

2.3.1. Standar Kualitas Air Minum

Standar kualitas air merupakan suatu persyaratan yang mutlak harus dipenuhi guna menjamin air yang dihasilkan oleh suatu sistem penyediaan air minum terjamin secara kesehatan (*hygenis*). Perencanaan sistem penyediaan air minum betul betul bebas dari kemungkinan kemungkinan masuknya polutan kedalam sistem tersebut. Untuk itu sebagai acuan yang dipakai dalam standar kualitas adalah yang dikeluarkan oleh instansi terkait maupun oleh lembaga - lembaga dunia (WHO). Khusus untuk Indonesia Standar kualitas air minum yang berlaku sekarang ini adalah Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/MenKes/SK/VII/2002 tanggal 29 Juli 2002 dan Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tanggal 14 Desember 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Standar tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan 2.3 berikut

Tabel 2.1. Standar Air Minum

No	Parameter	Satuan	Kadar Max izin	Ket
A	BAKTERIOLOGIS			
1	Air minum			
	a. E coli atau fecal coli	Jlh/100 ml sampel	0	
2	Air yang masuk sistim disrtibusi			
	a. E. coli atau fecal coli	Jlh/100 ml sampel	0	
	b. Total bakteri coliform	Jlh/100 ml sampel	0	
3	Air pada sistim distribusi			
	a. E coli atau fecal coli	Jlh/100 ml sampel	0	
	b. Total bakteri coliform	Jlh/100 ml sampel		

No	Parameter	Satuan	Kadar Max izin	Ket
----	-----------	--------	----------------	-----

B, KIMIAWI

B.1	Bahan kimia yang memiliki langsung pengaruh langsung terhadap kesehatan			
1	Bahan Anorganik			
	Antimon	Mg/l	0,005	
	Air raksa	Mg/l	0,001	
	Arsen	Mg/l	0,01	
	Barium	Mg/l	0,7	
	Boron	Mg/l	0,3	
	Kadmium	Mg/l	0,003	
	Kromium (valensi 6)	Mg/l	0,05	
	Tembaga	Mg/l	2	
	Sianida	Mg/l	0,07	
	Flourida	Mg/l	1,5	
	Timbal	Mg/l	0,01	
	Molybdenum	Mg/l	0,07	
	Nikel	Mg/l	0,02	
	Nitrat (sebagai NO ₃)	Mg/l	50	
	Nitrit (sebagai NO ₂)	Mg/l	3	
	Selenium	Mg/l	0,01	
2	Bahan Organik			
	Chlorinated alkanes			
	a. Carbon tetrachloride	µg/l	2	
	b. Dichloromethane	µg/l	20	
	c. 1,2-dichloroethane	µg/l	30	
	d. 1,1,1- trichloroethane	µg/l	2000	
	Chlorinated ethenes			
	a. Vinyl chloride	µg/l	5	
	b. 1,1- dichloroethene	µg/l	30	
	c. 1,2- dichloroethene	µg/l	50	
	d. trichloroethene	µg/l	70	
	e. tetrachloroethene	µg/l	40	
	Aromatic hyfrocarbons			
	a. benzen	µg/l	10	
	b. toluen	µg/l	700	
	c. Xylenes	µg/l	500	
	d. benzo[a]pyrene	µg/l	0,7	
	Chlorinated benzenes			
	a. monochlorobenzene	µg/l	300	
	b. 1,2- dichlorobenzene	µg/l	1000	
	c. 1,4 – dichlorobenzene	µg/l	300	

No	Parameter	Satuan	Kadar Max izin	Ket
	d. Tricholobenzenes (total)	µg/l	20	
	Lain –lain			
	a. Di(2-ethylhexyl)adipate	µg/l	80	
	b. Di(2- ethylhexyl)phthalate	µg/l	8	
	c. Acrymide	µg/l	0,5	
	d. Epichlorohydrin	µg/l	0,4	
	e. Hexachlorobutadiene	µg/l	0,6	
	f. Edetic acid (EDTA)	µg/l	200	
	g. Tributyltin oxide	µg/l	2	
3	Pestisida			
	Alachlor	µg/l	20	
	Aldicrab	µg/l	10	
	Aldrin/dieldrin	µg/l	0,03	
	Atrazine	µg/l	2	
	Bentazone	µg/l	30	
	Carbofuran	µg/l	5	
	Chlordane	µg/l	0,2	
	Chlorotoluron	µg/l	30	
	DDT	µg/l	2	
	1,2-dibromo-3-chloropane	µg/l	1	
	2,4-D	µg/l	30	
	1,2-dichloropropene	µg/l	20	
	1,3-dichloropropene	µg/l	20	
	Heptachlor and heptachlor epixide	µg/l	0,03	
	Hexachlorbenzene	µg/l	1	
	Isoproturon	µg/l	9	
	Lindane	µg/l	2	
	MCPA	µg/l	2	
	Methoxychlor	µg/l	20	
	Metolachor	µg/l	10	
	Molinate	µg/l	6	
	Pendimethalin	µg/l	20	
	Permethrin	µg/l	20	
	Propanil	µg/l	20	
	Pyridate	µg/l	100	
	Simazine	µg/l	2	
	Trifluralin	µg/l	20	
	Chorophenoxy herbicides selain 2,4-D dan MCPA			
	Dicholoprop	µg/l	100	

No	Parameter	Satuan	Kadar Max izin	Ket
	Fenoprop	µg/l	9	
	Mecoprop	µg/l	10	
	2,4,5-T	µg/l	9	
4	Desinfektan dan hasil sampingannya			
	Monochloroamine	Mg/l	3	
	Chlorine (Cl ₂)	Mg/l	5	
	Bromate	µg/l	25	
	Chlorite	µg/l	200	
	Chlorophenol			
	a. 2,4,6-trichlorophenol	µg/l	200	
	Formaldehyde	µg/l	900	
	Trihalomethanes			
	a. Bromoform	µg/l	100	
	b. Dibromochloromethane	µg/l	100	
	c. Bromodichloromethanel	µg/l	60	
	d. Chloroform	µg/l	200	
	Chlorinated acetic acids			
	a. Dichloroacetic acid	µg/l	50	
	b. trichloroacetic acid	µg/l	100	
	Chloral hydrate			
	(Trichloroacetaldehyde)	µg/l	10	
	Halogenated acetonitriles			
	a. Dichloroacetonitrile	µg/l	90	
	b. Dibromoacetonitrile	µg/l	100	
	c. Trichloracetonitrile	µg/l	1	
	Cyanogen chloride			
	(sebagai CN)	µg/l	70	
B.2	Bahan kimia yang kemungkinan dapat menimbulkan keluhan pada konsumen			
1	Bahan anorganik			
	Ammonia	Mg/l	1,5	
	Alumunium	Mg/l	0,2	
	Klorida	Mg/l	250	
	Tembaga	Mg/l	1	
	Kesadahan	Mg/l	500	
	Hidrogen sulfida	Mg/l	0,05	
	Besi	Mg/l	0,3	
	Mangan	Mg/l	0,1	
	PH	Mg/l	6,5-8,5	
	Sodium	Mg/l	200	
	Sulfat	Mg/l	250	

No	Parameter	Satuan	Kadar Max izin	Ket
	Total zat padat terlarut	Mg/l	1000	
	Seng	Mg/l	3	
2	Bahan organik			
	a. Toluen	µg/l	24-170	
	b. Xylene	µg/l	20-1800	
	c. Ethylbenzene	µg/l	4-2600	
	d. Styrene	µg/l	10-120	
	e. Monochlorobenzen	µg/l	1-10	
	f. 1,2-dichlorobenzen	µg/l	0,3-30	
	g. 1,4- dichlorobenzen	µg/l	5-50	
	h. Deterjen	µg/l	50	
	Desinfektan dan hasil sampingannya			
	a. Chlorine	µg/l	600-1000	
	b. 2-chlorophenol	µg/l	0,1-10	
	c. 2,4-dischlorophenol	µg/l	0,3-40	
	d. 2,4,6-trichlorophenol	µg/l	2-300	
C	RADIOAKTIFITAS			
	Gross alpha activity	Bq/l	0,1	
	Gross beta activity	Bq/l	1	
D	FISIK			
	Warna	TCU	15	
	Rasa dan bau	-	-	Tidak berbau dan tidak berasa
	Temperatur	°C	Suhu udara ± 3°C	
	Kekeruhan	NTU	5	

Sumber Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 907/Menkes/SK/VII/2002

Tabel 2.4. Kriteria Mutu Air Kelas I (Satu)

No.	Parameter	Satuan	Kadar Izin	Keterangan
A.	Fisika			
1.	Temperatur	°C	Deviasi 3	Deviasi temperatur dari keadaan sebenarnya
2.	Residu terlarut	mg/l	1000	
3	Residu tersuspensi	mg/l	50	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/l

No.	Parameter	Satuan	Kadar Izin	Keterangan
B. Kimia Anorganik				
1.	pH		6 – 9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
2.	BOD	mg/l	2	
3.	COD	mg/l	10	
4.	DO	mg/l	6	Angka batas minimum
5.	Total fosfat sbg P	mg/l	0,2	
6.	NO ₃ sebagai N	mg/l	10	
7.	NH ₃ sebagai N	mg/l	0,5	
8.	Arsen	mg/l	0,05	
9.	Kobalt	mg/l	0,2	
10.	Barium	mg/l	1	
11.	Boron	mg/l	1	
12.	Selenium	mg/l	0,01	
13.	Kadmium	mg/l	0,01	
14.	Khrom (VI)	mg/l	0,05	
15.	Tembaga	mg/l	0,02	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu ≤ 1 mg/l
16.	Timbal	mg/l	0,03	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb ≤ 0,1 mg/l
17.	Besi	mg/l	0,3	
18.	Mangan	mg/l	0,1	
19.	Air raksa	mg/l	0,001	
20.	Seng	mg/l	0,05	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Zn ≤ 5 mg/l
21.	Khlorida	mg/l	600	
22.	Sianida	mg/l	0,02	
23.	Fluorida	mg/l	0,5	
24.	Nitrit sebagai N	mg/l	0,06	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO ₂ _N ≤ 1 mg/l
25.	Sulfat	mg/l	400	
26.	Khlorin bebas	mg/l	0,03	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
28.	Belerang sebagai H ₂ S	mg/l	0,002	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, S sebagai H ₂ S < 0,1 mg/l
C. Mikrobiologi				
1.	Fecal coliform	jml/100	100	Bagi pengolahan air minum

No.	Parameter	Satuan	Kadar Izin	Keterangan
		ml		secara konvensional, fecal coliform ≤ 2000 jml/100 ml
2.	Total coliform	jml/100 ml	1000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, total coliform ≤ 10000 jml/100 ml
D. Radioaktivitas				
1.	Gross – A	Bq/l	0,1	
2.	Gross – B	Bq/l	1	

E. Kimia Organik				
1.	Minyak dan lemak	$\mu\text{g/l}$	1000	
2.	Detergen sebagai MBAS	$\mu\text{g/l}$	200	
3.	Senyawa fenol	$\mu\text{g/l}$	1	
4.	BHC	$\mu\text{g/l}$	210	
5.	Aldrin/ Dieldrin	$\mu\text{g/l}$	17	
6.	Chlordane	$\mu\text{g/l}$	3	
7.	DDT	$\mu\text{g/l}$	2	
9.	Lindane	$\mu\text{g/l}$	56	
10.	Methoxychlor	$\mu\text{g/l}$	35	
11.	Endrin	$\mu\text{g/l}$	1	
12.	Toxaphan	$\mu\text{g/l}$	5	

Sumber : Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001

2.3.2. Bagian-bagian Sarana Air Minum

1. Bak Penampung

- Bak penampung berfungsi sebagai penampung atau /penyimpanan air untuk mengatasi problem naik turunnya kebutuhan air dan kecilnya sumber air, juga dapat memperbaiki mutu air melalui pengendapan, bak ini dapat pula berfungsi sebagai pelepas tekan.
- Semua sudut dinding dibuat lengkung untuk memudahkan pembersihan.
- Pipa keluaran (*Outlet*) ke pipa transmisi harus dipasang kira-kira 5 20 cm di atas lantai bak dan harus memakai saringan.
- Pipa lubang peluap harus dipasang sedikit lebih tinggi daripada pipa masukan. Pipa peluap sekaligus bisa berfungsi sebagai lubang hawa, dan harus berdiameter cukup besar untuk melayani aliran maksimum yang sudah diperhitungkan. (minimal 50 mm)

- e. Atap/plafon bak harus mempunyai kemiringan yang cukup, sehingga air hujan tergenang di atasnya dan harus mempunyai lubang (*Manhole*) yang besarnya cukup untuk dimasuki orang ke dalam bak.



Gambar 2.2 : Bak Penampung

2. Bak Penangkap Air

- 1) Bak penangkap air berfungsi sebagai perlindungan air
- 2) Direncanakan sederhana ekonomis dan bebas dari pencemaran.
- 3) Disarankan menggunakan beton campuran 1pc : 2 ps : 3 kr karena bersifat kedap air.
- 4) Tinggi maksimal bangunan didasarkan pada tinggi muka air maksimum
- 5) ditambah ruang / tinggi bebas minimal 50 cm.
- 6) Bak penangkap air di lengkapi dengan pipa pengumpul air

3. Bak Pembagi

Suatu bangunan yang berfungsi juga sebagai bak pelepas tekan dan ditempatkan lebih tinggi dari hidran umum yang disuplai untuk memudahkan pelayanan jaringan, kontrol, perbaikan dan pemeliharaan

4. Pipa Transmisi

Menurut Badan Standarisasi Nasional. Teknis perencanaan untuk jalur pipa Transmisi dan Distribusi harus memperhatikan aturan (SNI 7511: 2011 Tata Cara Trasmisi dan Pipa Distribusi (Anonim 2011) seperti:

1. Memperhatikan Shop drawing dan mempersiapkan tenaga ahli dan meterial
2. Lebar galian harus sesuai dengan SNI 19 – 6782 – 2002
3. Membuat lapisan tanah pada pemasangan pipa yang terdiri dari lapisan pondasi urungan perletakan pipa dan lapisan penutup
4. Pemasanga pipa HDPE dilakukan dengan metode *ductile cast iron*

Pipa Trasmisi adalah jaringan pipa yang berfungsi membawa air baku dari sumber ke lokasi pengolahan atau dari bangunan pengumpul ke titik awal jaringan distribusi.pipa Trasmisi ini sangat berpengaruh sekali dengan kapasitas yang air yang kita pergunaka dalam pengambilan bisa kita lihan pada contoh gambar pipa Trasmisi dibawah ini



Gambar 2.3: Jaringan Pipa Transmisi

5. Pipa Distribusi

Pipa suatu sistem jaringan distribusi air minum, pipa merupakan komponen yang utama. Pipa ini berfungsi sebagai sarana untuk mengalirkan dari akhir pipa transmisi menuju daerah layanan. Pipa tersebut memiliki bentuk penampang lingkaran dengan diameter yang bermacam – macam

6. Bangunan Pelengkap untuk Beberapa Jenis Air Minum

A. Air Permukaan.

- 1) Bangunan Penangkap Air Permukaan
- 2) Pengolahan air dengan Instalasi Pengolahan Air Sederhana
- 3) Saringan Pasir Lambat (SPL) dan Bahan Kimia
- 4) Perpipaan
- 5) Penyaluran air secara gravitasi
- 6) Pompa air
- 7) Bak penampung air

B. Mata Air

- 1) Bangunan Perlindungan mata air
- 2) Bangunan Penangkap mata air
- 3) Perpipaan
- 4) Penyaluran air secara gravitasi
- 5) Pompa air
- 6) Bak penampung air

C. Air Tanah

- 1) Sumur Gali
- 2) Sumur pompa tangan
- 3) Pompa air
- 4) Perpipaan
- 5) Bak penampung air

D. Air Hujan

- 1) Bangunan Penampungan Air Hujan (PAH)
- 2) Pompa air
- 3) Perpipaan
- 4) Bak penampung air



E. Reservoir

a. Kapasitas Reservoir Distribusi

Reservoir distribusi diperlukan untuk menyimpan air akibat adanya variasi pemakaian yang terjadi selama 24 jam. Kapasitas reservoir distribusi ini direncanakan sebesar 10/20% dari Kebutuhan air harian rata - rata.

b. Penempatan Reservoir

Reservoir distribusi ditempatkan di lokasi yang relatif paling tinggi di daerah perencanaan yang bersangkutan dan sebisa mungkin terletak di pusat atau yang paling dekat dengan daerah pelayanan.

c. Konstruksi Reservoir

Konstruksi Reservoir direncanakan berdasarkan standar-standar yang berlaku di Indonesia. Konstruksi yang biasa di gunakan adalah konstruksi Baja. Reservoir ini harus tertutup untuk mencegah masuknya kotoran ke dalamnya.

d. Perpipaan Reservoir

Pada reservoir ini harus dilengkapi dengan sistem perpipaan yang terdiri dari pipa *inlet*, *outlet*, *overflow* (peluap) dan *blow out* (penguras) serta dilengkapi pula dengan lubang *manhole* dan ventilasi.

F. Asesories Pipa

a. Water Meter

Water meter mempunyai fungsi untuk mengukur besarnya aliran air yang mengalir dalam pipa. Jenis *water meter* biasanya ditentukan berdasarkan penempatan *water meter* itu sendiri misalnya :

- 1) *Water meter* yang dipasang didekat instalasi biasanya disebut water meter induk
- 2) *Water meter* yang dipasang pada zona pelayanan tertentu biasanya disebut dengan *water meter zoning*
- 3) *Water meter* yang dipasang pada sambungan rumah disebut water meter pelanggan. Pemasangan *water meter* induk biasanya dilengkapi dengan *chamber* guna menghindari gangguan dari luar dan dilengkapi *bypass* dengan maksud jika *water meter* tersebut rusak atau ada gangguan air dapat dialirkan melalui *bypass*

b. *Flange Joint*

Biasanya digunakan untuk pipa yang bertekanan tinggi, untuk sambungan yang dekat dengan pompa perlu disiapkan paking diantara flange mencegah kebocoran

c. Belokan (*Bend/elbow*)

Digunakan untuk mengubah arah dari arah lurus dengan sudut perubahan standar yang merupakan sudut dari belokan tersebut. Besar belokan standar adalah $11\frac{1}{4}^{\circ}$, $22\frac{1}{2}^{\circ}$, 45° , dan 90° . bahan belokan itu biasanya sama dengan pipa.

d. Perlengkapan *Tee*

Digunakan untuk menyambung pipa yang bercabang, misalnya sambungan pipa sekunder dipasang tegak lurus (90°) pada pipa primer sehingga sambungan akan terbentuk T.

e. Perlengkapan Y

Digunakan untuk menyambung pipa yang bercabang, misalnya sambungan untuk pipa sekunder yang dipasang pada pipa primer dengan sudut 45° .

f. Increaser dan reduser

Increaser digunakan untuk menyambung pipa dari diameter kecil ke pipa yang berdiameter lebih besar. Sedangkan *reducer* digunakan untuk menyambung pipa dari berdiameter besar ke diameter yang lebih kecil

g. *Gate valfe*

Gatevalfe berfungsi sebagai pengatur dan sekaligus untuk tutup buka air kedalam pipa apabila ada kebocoran maka kita bisa menggunakan *gate valfe* untuk menutup air supaya kita mudah dalam perbaikan kebocoran

2.9. Metoda Pemenuhan Kebutuhan Air

2.4.1 Proyeksi Jumlah Penduduk

Suatu kawasan cenderung mengalami pertumbuhan penduduk, semakin lengkapnya sarana dan prasarana umum yang direncanakan secara bertahap. Besarnya kapasitas suatu sistem penyediaan air bersih sangat ditentukan oleh proyeksi kebutuhan untuk kawasan tersebut. Untuk menghitung proyeksi kebutuhan air, maka terlebih dahulu dilakukan proyeksi jumlah penduduk sesuai dengan jangka waktu (periode desain) yang direncanakan. Jumlah penduduk merupakan faktor yang relevan untuk mengetimasi kebutuhan air dimasa yang akan datang. Ada beberapa metoda yang digunakan untuk menghitung proyeksi penduduk ini, antara lain :

1. Metoda arimatika
2. Metoda geometri
3. Metoda *least square*
4. Metoda *eksponensial*
5. Metoda *decreasing rate of increase*
6. Metoda logaritmik
7. Metoda rasio & korelasi

2.4.2 Metoda aritmatika

Metoda ini didasarkan pada angka kenaikan penduduk rata- rata setiap tahun. Metoda ini digunakan jika data berkala menunjukkan jumlah penambahan yang relatif sama setiap tahunnya. Metoda ini juga merupakan metoda proyeksi dengan regresi sederhana. Persamaan umumnya adalah :

$$Y = a + bx \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana :

Y = nilai variabel berdasarkan garis regresi, populasi ke – n

X = bilangan independen, bilangan yang dihitung dari tahun awal

a = konstanta

$$a = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)}{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2} \dots\dots\dots 2.2$$

b = koefisien arah garis (gradien) regresi linier

$$b = \frac{n(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2} \dots \dots \dots 2.3$$

2.4.3 Metode Geometri

Metode ini didasarkan pada rasio pertambahan penduduk rata-rata tahunan. Sering digunakan untuk meramalkan data yang perkembangannya melaju sangat cepat.

Persamaan umumnya adalah :

$$Y = a \cdot X^b \dots \dots \dots 2.4$$

Persamaan diatas dapat dikembalikan kepada model linier dengan mengambil logaritma napirnya (Ln), dimana :

$$\text{Ln } Y = \text{Ln } a + b \times \text{Ln } X \dots \dots \dots 2.5$$

Persamaan tersebut linier dalam Ln X dan Ln Y.

$$a = \frac{\sum \text{Ln}(Y_i) - b \times \sum \text{Ln}(X_i)}{n} \dots \dots \dots 2.6$$

$$b = \frac{n \times \sum (\text{Ln}(X_i) \times \text{Ln}(Y_i)) - \sum \text{Ln}(X_i) \sum \text{Ln}(Y_i)}{n \times \sum \text{Ln}(X_i^2) - \sum \text{Ln}(X)^2} \dots \dots \dots 2.7$$

Dimana :

Y = Nilai variable Y berdasarkan garis regresi, populasi ke-n

X = Bilangan independen, bilangan yang dihitung dari tahun awal

a = konstanta

b = koefisien arah garis (*gradient*) regresi linier

2.4.4 Metode Eksponensial

Persamaan umumnya adalah :

$$Y = a \times e^{b \times X} \dots \dots \dots 2.8$$

Dengan mengambil logaritma napirnya (Ln), persamaan diatas dapat dirubah menjadi persamaan berikut :

$$\text{Ln } Y = \text{Ln } a + b \cdot X \dots \dots \dots 2.9$$

Dimana persamaan tersebut linier dalam X dan Ln Y.

$$a = \frac{\sum \text{Ln}(Y_i) - b \times (\sum \text{Ln}(X_i))}{n} \dots \dots \dots 2.10$$

$$b = \frac{n \times (\sum(\ln(X_i) \times Y_i) - (\sum \ln(X_i)) \times (\sum Y_i))}{n \times (\sum \ln(X_i^2)) - (\sum \ln(X))^2} \dots\dots\dots 2.11$$

Dimana :

Y = Nilai variabel Y berdasarkan garis regresi, populasi ke-n

X = Bilangan independen, bilangan yang dihitung dari tahun awal

a = Konstanta

b = Koefisien arah garis *gradien* regresi linier

2.4.5 Metode logaritmatik

Persamaan umumnya adalah :

$$Y = a \times b^X \dots\dots\dots 2.12$$

Persamaan diatas dapat dikembalikan kepada model linier dengan mengambil logaritma napirnya (Ln), dimana :

$$Y = a + b \cdot \ln X \dots\dots\dots 2.13$$

Apabila diambil $X' = \ln X$, maka diperoleh bentuk linier $Y = a + b \cdot X'$, ddengan mengganti nilai $X = \ln X$

$$a = \frac{\sum Y_i - b \times (\sum \ln(X_i))}{n} \dots\dots\dots 2.14$$

$$b = \frac{n \times (\sum(\ln(X_i) \times Y_i) - (\sum \ln(X_i)) \times (\sum Y_i))}{n \times (\sum \ln(X_i^2)) - (\sum \ln(X))^2} \dots\dots\dots 2.15$$

Dimana :

Y = Nilai Variabel Y berdasarkan garis regresi, populasi ke – n

X = Bilangan independen, bilangan yang dihitung dari tahun awal

a = konstanta

b = koefisien arah garis (*gradient*) regresi linier

2.4.6 Pemilihan Metode Proyeksi

Pemilihan metoda dilakukan dengan menghitung *standar deviasi* (simpangan baku) dan nilai koefisien korelasi.

Persamaan Standar Deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{n (\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}{n (n - 1)}} \dots\dots\dots 2.16$$

Persamaan Koefisien Korelasi :

$$r = \pm \sqrt{1 - \frac{\sum (y_i - y')^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}} \dots \dots \dots 2.17$$

Dimana :

$$x_i = P - P'$$

$y_i = P =$ Jumlah penduduk awal

$\bar{y} = Pr =$ Jumlah penduduk rata – rata

$y' = P' =$ Jumlah penduduk yang akan dicari

Pemilihan metoda proyeksi yang paling tepat jika :

- a. Harga “S” yang paling kecil.
- b. Harga “r” yang paling mendekati 1 atau -1.

Fungsi S dan r dalam statistic :

- a. Harga “S” menunjukkan besarnya penyimpangan data dari nilai rata-rata
- b. Harga “r” nilai yang menunjukkan hubungan antara dua parameter.

2.4.7 Proyeksi kebutuhan air minum

2.4.7.1 Kebutuhan Air Domestik

Proyeksi kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan yang digunakan pada tempat-tempat hunian pribadi untuk memenuhi keperluan sehari-hari seperti masak, minum, mencuci dan keperluan rumah tangga lainnya. dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang dapat menunjang tingkat kebutuhan air minum, faktor-faktor tersebut antara lain :

1. Laju pertumbuhan penduduk.
2. Aktivitas penduduk.
3. Cakupan daerah pelayanan dan rencana pelayanan.
4. Penyediaan air minum dan pemakaian air minum sekarang.

Untuk merumuskan penggunaan air oleh masing-masing komponen (kelompok per Sambungan Rumah) secara pasti sulit dilakukan sehingga dalam perencanaan dan perhitungan digunakan asumsi-asumsi atau pendekatan-pendekatan berdasarkan kategori kota seperti pada Tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.5 Kebutuhan Air Menurut Jenis Kota

Kategori kota	Jumlah Penduduk	Penyediaan air (liter/orang/hari)		Kehilangan air (%)
		SR	HU	
Metropolitan	>1.000.000	190	30	20
Besar	500.000-1.000.000	170	30	20
Metropolitan	>1.000.000	190	30	20
Sedang	100.000-500.000	150	30	20
Kecil	20.000-100.000	130	30	20
IKK	<20.000	100	30	20

Sumber : Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2002

Penggunaan air untuk masing-masing komponen secara pasti sulit untuk dirumuskan, sehingga dalam perencanaan atau perhitungan sering digunakan asumsi atau pendekatan-pendekatan, Kebutuhan air bersih dapat dikelompokkan menurut kelompok konsumen atau pemakai sebagai berikut :

1. Kebutuhan Sosial
 - a. Sosial Umum : Hidrat umum, KM/WC Umum non komersil, terminal air.
 - b. Sosial Khusus : Panti Asuhan, Yayasan Sosial, Tempat Ibadah.
2. Non Niaga
 - a. Rumah Tangga 1 : Rumah tangga dengan type <21 m²
 - b. Rumah Tangga 2 : Rumah tangga dengan type >21 m²
 - c. Rumah Tangga 3 : Rumah tangga dengan kegiatan usaha kecil yang berada pada lokasi pengembangan pelayanan.
 - d. Rumah Tangga 4 : Rumah tangga dengan kegiatan usaha kecil yang berada di jalan kota atau jalan propinsi atau jalan Nasional.
3. Pemerintahan
 - a. Sarana milik instansi Pemerintahan.
 - b. Sarana milik instansi Kepolisian.
 - c. Sarana milik instansi TNI.

4. Sekolah :

Playgroup, Taman Kanak-kanak (TK), Sekolah Dasar (SD) atau sederajat, Sekolah Menengah Pertama (SMP) atau sederajat, Sekolah Menengah Atas (SMA) atau sederajat, Perguruan Tinggi.

5. Niaga

a. Niaga 1 : BUMD, Praktek Dokter, Kantor Profesi, Rumah Maka,, Lembaga atau Yayasan, Apotik, Toko, Hotel, dan sebagainya.

b. Niaga 2 : BUMN, Kantor Instansi Swasta, Gedung Pertemuan, Pabrik, Stasiun Televisi Swasta, *Restaurant*, Rumah Sakit dan Klinik Swasta, dan sebagainya.

2.4.7.2 Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik merupakan tahap berikutnya dalam perhitungan kebutuhan air bersih, besaran pemakaiannya ditentukan oleh jumlah konsumen non domestik yang terdiri dari fasilitas-fasilitas yang telah disebutkan. Sebagaimana penjelasan sebelumnya bahwa ada beberapa faktor yang dapat menentukan perkembangan jumlah fasilitas tersebut, yaitu penambahan penduduk, jenis dan perluasan fasilitas serta perkembangan sosial ekonomi. Perhitungan proyeksi fasilitas dapat dilakukan dengan pendekatan perbandingan jumlah penduduk.

$$\frac{\text{Penduduk Tahun ke } - n}{\text{Penduduk Tahun awal}} = \frac{\text{Fasilitas tahun ke } - n}{\text{Fasilitas tahun Awal}}$$

Berikut asumsi kebutuhan air non domestik untuk pedesaan pada tabel 2.6

Tabel 26 Kebutuhan Air Non Domestik

No.	Kategori	Pemakaian Air rata-rata per hari (liter)	Keterangan
1.	Kantor	70-100	Tiap karyawan
2.	Puskesmas	100-150	Tiap pasien
3.	Sekolah dasar, SLTP	40-50	Tiap siswa
4.	SLTA	80	Tiap siswa
5.	Perkumpulan Sosial	30	Tiap orang
6.	Tempat Ibadah	10	Tiap jama'ah

Sumber : *Juknis Pelaksanaan Pengembangan SPAM Sederhana, 2007*

2.4.7.3 Kapasitas Dan Fluktuasi Kebutuhan Air Minum

Penentuan kebutuhan air menurut Al-layla, dkk (1980) mengacu kepada kebutuhan air harian maksimum (Q_{max}) serta kebutuhan air jam maksimum (Q_{peak}) dengan referensi kebutuhan air rata-rata.

1. Kebutuhan air rata-rata harian (Q_{av})

Adalah jumlah air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan domestik, non domestik dan kehilangan air.

2. Kebutuhan air harian maksimum (Q_{max})

Merupakan jumlah air terbanyak yang diperlukan pada satu hari dalam kurun waktu satu tahun berdasarkan nilai Q rata-rata harian. Diperlukan faktor fluktuasi kebutuhan harian maksimum dalam perhitungannya.

$$Q_{max} = f_{max} \times Q_{av}$$

Dimana :

Q_{max} = Kebutuhan air harian maksimum (ltr/det)

f_{max} = Faktor harian maksimum (1 < $f_{max.hour}$ < 1,5)

Q_{av} = Kebutuhan air rata-rata harian (ltr/det)

3. Kebutuhan air jam maksimum (Q_{peak})

Adalah jumlah air terbesar yang diperlukan pada jam-jam tertentu. Faktor fluktuasi kebutuhan jam maksimum (f_{peak}) diperlukan dalam perhitungannya.

$$Q_{peak} = f_{peak} \times Q_{max}$$

Dimana :

Q_{peak} = Kebutuhan air jam maksimum (ltr/det)

f_{peak} = Faktor fluktuasi jam maksimum (1,5 - 2,5)

Q_{max} = Kebutuhan air harian maksimum (ltr/det)

Banyak faktor yang mempengaruhi fluktuasi pemakaian air jam per jam, dan untuk mendapatkan data ini diperlukan survey dan penelitian terhadap aktivitas, kebiasaan serta kebutuhan air konsumen. Selain kapasitas produksi pada

unit pengolahan, perlu diperhitungkan juga faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap perencanaan unit pengolahan.

4. Kehilangan air

Yaitu selisih antara jumlah air yang diproduksi di unit pengolahan dengan jumlah air yang dikonsumsi dari jaringan distribusi. Berdasarkan kenyataan dilapangan, kejadian akan kehilangan air dapat bersifat teknis dan non teknis. Terdapat 3 macam pengertian menyangkut istilah kehilangan air, yaitu kehilangan air rencana, kehilangan air percuma dan kehilangan air insidental. secara umum dalam melakukan perencanaan, nilai kehilangan yang terjadi baik kehilangan air percuma dan insidental sudah masuk dalam perhitungan. Besarnya nilai kehilangan air tersebut berkisar antara 15- 25% dari total kebutuhan air bersih baik domestik maupun non domestik.

5. Fluktuasi kebutuhan air minum

Yaitu fluktuasi kebutuhan air minum terjadi karena pemakaian air yang tidak tetap sepanjang waktu. Pada umumnya masyarakat melakukan aktivitas penggunaan air pada waktu pagi dan sore hari. Fluktuasi adalah prosentase pemakaian air pada tiap jam yang tergantung dari : aktivitas penduduk, adat istiadat atau kebiasaan penduduk serta pola tata kota. Sedangkan fluktuasi kebutuhan air ditentukan berdasarkan pada pemakaian harian maksimum dan pemakaian jam maksimum dengan referensi kebutuhan rata-rata harian.

2.4.8 Sistem Transmisi

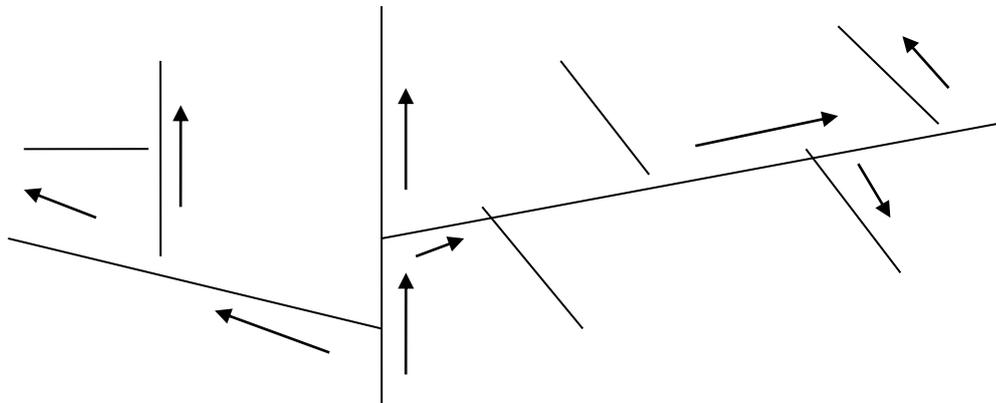
Transmisi merupakan adalah ruas pipa pembawa air dari sumber air sampai unit produksi atau dari sumber ke reservoir distribusi. Saluran transmisi ini dapat berupa saluran terbuka atau dengan saluran tertutup (sistem perpipaan).

1. Saluran terbuka (*open channel*)

Merupakan saluran yang bekerja pada tekanan atmosfer dimana permukaannya langsung berhubungan dengan udara bebas. Saluran terbuka ini jarang digunakan, karena:

- a. Harus mengikuti kontur
- b. Kemungkinan kehilangan air sangat besar
- c. Kemungkinan tercemar amat besar.

- d. Kemungkinan terjadinya gangguan oleh manusia, hewan dan benda-benda lain juga besar.



Gambar 2.7 Saluran terbuka

Sumber : google proposal proyek akhir prima kurnia sari, Tanggal 10 juli 2011

Saluran tertutup (perpipaan) merupakan saluran yang bekerja di bawah tekanan atmosfer dengan kapasitas tergantung diameter pipa yang digunakan. Karakteristik dari sistem perpipaan ini adalah:

- Tidak dipengaruhi oleh tekanan udara, tapi dipengaruhi oleh tekanan hidrostatik.
- Dimensi pipa dihitung berdasarkan kebutuhan debit.

Ada beberapa jenis bahan pipa yang digunakan, dapat berupa besi tuang, besi baja campur, besi baja, asbes, pvc, polyethylen dan semen.

	←	→	
↓			↑
	←	→	

Gambar 2.7 Saluran Tetutup

Sumber : Google proposal proyek akhir prima kurnia sari, Tanggal 10 juli 2011

Pemilihan bahan pipa berdasarkan:

- a. Diameter
- b. Kekuatan dan daya tahan
- c. Tekanan
- d. Ketahanan terhadap lingkungan (korosifitas)
- e. Kemudahan dalam pengadaan, pengangkutan dan pemasangan
- f. Harga dan biaya pemeliharaan
- g. Kekasaran pipa.

Perletakan pipa harus mempertimbangkan:

- a. Jalur yang terpendek dan Memenuhi kebutuhan hidrolis
- b. Sedapat mungkin menghindari hambatan, seperti: jembatan, pemakaian *crossing*, pompa, *cut & cover*
- c. Lokasi mudah untuk dikontrol (*operasi & maintenance*)

Langkah – langkah untuk perletakan pipa:

- a. Pelajari peta situasi:
 - 1) Penggunaan lahan
 - 2) Jalur jalan umum
 - 3) Peta topografi dan kontur.
- b. Rencana awal perletakan
- c. Survei lapangan
- d. Konfirmasi lapangan guna mencocokkan point 1 dan 3
- e. Pengukuran profil panjang dan melintang
- f. Melengkapi gambar perletakan dengan peralatan dan perlengkapan pipa yang dibutuhkan. Dimensi dan tekanan dari pipa transmisi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Hazen – Williams (*McGhee, 1991*):

$$Q = 0,2785 C D^{2,63} S^{0,54} \dots\dots\dots(7.4)$$

dimana: Q = debit (m³/detik)

C = koefisien kekasaran pipa

D = diameter pipa (m)

S = slope

Atau dapat juga dihitung dengan menggunakan persamaan Darcy - weisbach berikut (McGhee,1991):

$$h_f = f \frac{L}{D} \left(\frac{v^2}{2g} \right) \dots\dots\dots(7.5)$$

dimana:

- h_f = kehilangan tekanan (m)
- f = koefisien kekasaran pipa
- L = panjang pipa (m)
- D = diameter pipa (m)
- v = kecepatan aliran (m/detik)
- g = kecepatan gravitasi (m/detik²)

3. Peralatan dan Perlengkapan Sistem Transmisi

a. Bak Pelepas Tekan

Adalah suatu bangunan yang berfungsi untuk menurunkan tekanan hidrostatis di dalam pipa menjadi nol dan ditempatkan bilamana selisih tinggi delta h sebagai berikut:

- 1) 80 meter untuk jenis pipa besi (*galvanis iron*)
- 2) 65 meter untuk jenis pipa PVC (*Poly Vinyl Carbonat*)

b. Jembatan Pipa

Konstruksi jembatan pipa yang biasa digunakan untuk air bersih dapat memberikan beda ketinggian yang kecil, yang dapat mengurangi tekanan yang terjadi didalam pipa. Hal ini diharapkan umur konstruksi jaringan pipa akan semakin tinggi. Jenis konstruksi untuk jembatan pipa

- 1) Tiang rangka beton pasangan batu kali
- 2) Tiang beton *cover* pasangan bata
- 3) Konstruksi tiang beton
- 4) Konstruksi tiang kayu

c. *Chek Valve*

Adalah *valve* yang berfungsi untuk mencegah aliran balik. Penempatanya setelah pompa dan jalur pipa

d. *Gate Valve*

Berfungsi untuk menutup dan membuka aliran pada saat pengetesan, perbaikan, dan pemeliharaan jalur pipa.

e. *Fitting* (sambungan)

Jenis jenis sambungan beserta fungsinya :

1) *Joint*

Berfungsi untuk menyambung pipa dengan diameter sama.

2) *Reducer*

Berfungsi untuk menyambung pipa dengan diameter pipa yang berbeda

3) *Elbow / bend / knee / dan tee / cross*

Elbow, bend, knee berfungsi untuk merubah aliran, sedangkan *tee, cross* berfungsi untuk membagi arah aliran

4) *Caps, plug* atau *blind flange*

Berfungsi untuk menutup dan menghentikan aliran pada ujung saluran pipa.

2.4.9 Sistem distribusi air minum

Sistem distribusi air bersih terbagi atas reservoir dan sistem perpipaan distribusi dijelaskan selengkapnya pada pernyataan dibawah ini :

1. Reservoir

Reservoir adalah tangki yang terletak pada permukaan tanah maupun diatas permukaan tanah yang berupa *tower* air baik untuk sistem gravitasi ataupun pemompaan yang mempunyai 3 fungsi, yaitu :

a. Penyimpanan, berfungsi untuk:

- 1) Melayani fluktuasi pemakaian per jam
- 2) Cadangan air untuk pemadam kebakaran
- 3) Pelayanan dalam keadaan darurat, diakibatkan oleh terputusnya sumber pada transmisi, ataupun terjadinya kerusakan atau gangguan pada suatu bangunan pengolahan air.

b. Pemerataan aliran dan tekanan akibat variasi pemakaian di dalam daerah distribusi.

- c. Sebagai distributor pusat atau sumber pelayanan dalam daerah distribusi. Lokasi reservoir tergantung dari sumber topografi. Penempatan reservoir mempengaruhi system pengaliran distribusi, yaitu dengan gravitasi, pemompaan, atau kombinasi gravitasi pemompaan.

2. Sistem perpipaan distribusi

Adalah sistem yang mampu membagikan air pada setiap konsumen dengan berbagai cara, baik dalam bentuk sambungan langsung rumah (*house connection*) atau sambungan melalui kran (*public tap*). Pada zat cair ideal sewaktu mengalir di dalam pipa tidak ada tenaga yang hilang, tetapi pada zat cair biasa yang mempunyai kekentalan terjadi gesekan antara zat cair dengan dinding pipa atau antara zat cair dengan zat cair itu sendiri, sehingga terjadi kehilangan tenaga.

Perpipaan distribusi menyampaikan air ke konsumen. Ada beberapa pola sistem jaringan distribusi, yaitu :

- a. Sistem cabang (*branch*),

Merupakan sistem sirip cabang pohon. Sistem perpipaan ada akhirnya (bagian ujung). *Tapping* untuk suplai ke bangunan dapat diperoleh dari cabang utama kecil (*sub-mains*) yang dihubungkan oleh pipa mains (*secondary feeders*). Pipa mains dihubungkan ke pipa utama (*trunk lines/primary feeders*). Aliran dalam perpipaan cabang selalu sama.

Keuntungan :

- 1) Pendistribusian sangat sederhana
- 2) Perencanaan pipa mudah
- 3) Ukuran pipa merupakan ukuran yang ekonomis

Kerugian :

- 1) Endapan dapat berkumpul karena aliran diam bila *flushing* tidak dilakukan,
- 2) Sehingga dapat menimbulkan bau dan rasa.
- 3) Bila ada bagian yang diperbaiki, bagian bawahnya tidak akan mendapat air.
- 4) Tekanan berkurang bila area pelayanan bertambah.

- b. Sistem *loop/grid*, tidak ada ujungnya. Air mengalir lebih dari satu arah.

Keuntungan :

- 1) Air mengalir dengan arah bebas, tidak ada aliran diam.
- 2) Perbaikan pipa tidak akan menyebabkan daerah lain tidak kebagian air,
- 3) Karena ada aliran dari arah lain.
- 4) Pengaruh karena variasi/fluktuasi pemakaian air dapat dikurangi (*minimal*).

Kerugian :

- 1) Perhitungan perpipaan lebih kompleks
- 2) Diperlukan lebih banyak pipa dan perlengkapannya (*fittings*).

3. Tekanan air dalam sistem jaringan distribusi

Tekanan air dalam suatu sistem jaringan distribusi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

- a. Kecepatan aliran,
- b. Diameter pipa,
- c. Perbedaan ketinggian pipa,
- d. Jenis dan umur pipa,
- e. Panjang pipa.

Dalam pendistribusian air bersih tekanan air juga bisa mengalami penurunan. Penyebab terjadinya penurunan tekanan adalah:

- a. Terjadinya gesekan antara aliran air dengan dinding pipa,
- b. Jangkauan pelayanan,
- c. Kebocoran pipa,
- d. Konsumen menggunakan mesin hisap (pompa).

2.4.10 Hidrolika Aliran dalam Pipa

2.4.10.1 Kehilangan Tinggi Tekan

Kehilangan tinggi tekan pada jaringan pipa di bagi atas 2, yaitu :

1. Kehilangan Mayor

Kehilangan mayor pada jaringan pipa di sebabkan oleh sifat-sifat fisis dari pipa dan fluida yang mengalir. Kehilangan tinggi tekan akibat gesekan pipa dapat di hitung dengan menggunakan persamaan:

a. Darcy Wiesbach

$$h_1 = f \frac{L.v^2}{2gD} \dots\dots\dots 2.20$$

Dimana :

- h_1 = kehilangan tinggi tekan (m)
- L = panjang pipa(m)
- D = diameter pipa(m)
- F = faktor gesekan pipa
- v = kecepatan aliran fluida (m/dt)
- g = kecepatan grafitasi (m/dt)

b. Hazen William

$$h_1 = \frac{v^{1.85} \cdot L}{(1,318C_H)^{1.85} \cdot R^{1.17}} \dots\dots\dots 2.21$$

Dimana :

- h_1 = kehilangan tinggi tekan (m)
- L = panjang pipa(m)
- R = jari-jari hidrolis(m)
- v = kecepatan aliran fluida(m/ dt)
- C_H = koefisien Hazen William

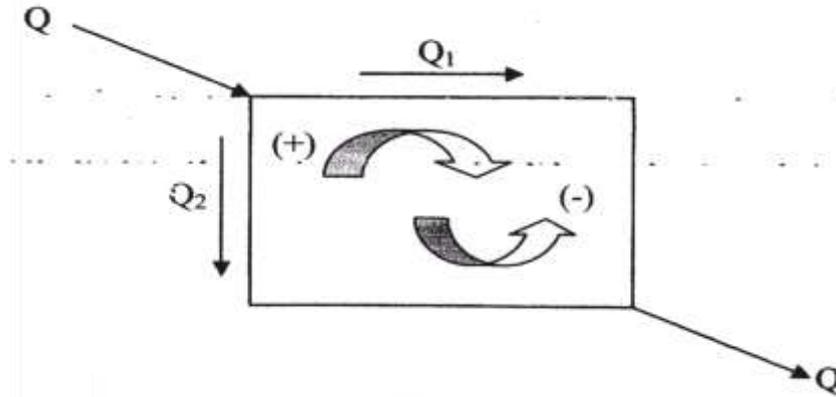
2.4.10.2 Analisa Aliran pada Jaringan Pipa dengan Metode Hardy Cross

Analisa aliran air pada jaringan pipa dengan menggunakan metoda Hardy Cross harus memenuhi syarat-syarat berikut :

1. Aliran yang memasuki satu titik pertemuan harus sama besarnya dengan aliran air yang meninggalkan titik tersebut.
2. Jumlah kehilangan tekanan pada setiap putaran loop tertutup harus sama dengan nol. Kehilangan tinggi tekan pada rangkaian pipa dapat dihitung dengan mengikuti persamaan :

$$H_1 = K \cdot Q^n \dots\dots\dots 2.22$$

Dimana nilai K tergantung pada pengaturan panjang, garis tengah, kekasaran pipa dan sifat zat cairnya. Sedangkan nilai n bervariasi tergantung pada kekasaran pipa. Skema loop sederhana dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.8 Loop Sederhana

Analisa dimulai dengan asumsi Q_1 (+) dan Q_2 (-). Jika asumsi benar, maka $hf_1 - hf_2 = 0$, jika tidak maka dilakukan koreksi dengan ΔQ sehingga menjadi $Q_1 + \Delta Q$ dan $Q_2 - \Delta Q$, maka syarat kehilangan tinggi tekan pada loop setelah dikoreksi harus sama dengan nol, yaitu : $hf_1 - hf_2 = 0$

Persamaan koreksi aliran :

$$\Delta = \frac{\sum hf}{n' \sum \frac{hf}{Q}} = \frac{\sum K_i Q_i^{n'}}{n' \sum Q_i^{n-1}} \dots \dots \dots 2.23$$

Dimana :

- Δ = koreksi aliran
- Q = debit air (m³/dt)
- hf = kehilangan tinggi tekan (m)
- K = konstanta
- n' = faktor kekasaran pipa

Koreksi yang sama harus diterapkan untuk setiap pipa yang terdapat di dalam putaran *loop* yang bersangkutan. Bila arah yang berlawanan dengan arah jarum jam dianggap negatif maka arah sebaliknya dianggap positif.

2.10. Kriteria Pelanggan dan Kebutuhan Air

2.5.1. Kriteria Kuantitas/Kebutuhan Air

Pengelompokkan kategori kebutuhan air berdasarkan Standar Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Air Bersih dapat di lihat pada tabel 2.7

Kebutuhan non domestik di bagi atas :

1. Pelanggan status Sosial
 - a. Pendidikan
 - b. Kesehatan : Puskesmas, Klinik, Rumah Sakit Bersalin, Posyandu, dll.
 - c. Ibadah : Mesjid, Langgar/ surau, Gereja
 - d. Perkantoran : Pemerintah Swasta
2. Pelanggan status Niaga
 - a. Warung, Toko, Kios
 - b. Rumah Makan
 - c. Pasar/Pusat pebelanjaan
 - d. Hotel
3. Pelanggan status Industri
 - a. Industri Rumah Tangga
 - b. Industri Wisata
4. Pelanggan status Lain-lain
 - a. Pelabuhan
 - b. Pendaratan ikan

2.5.2. Kriteria Kualitas Air

Air yang di produksi dari suatu Sistim Penyediaan Air Bersih haruslah memenuhi standar yang telah di terapkan oleh pemerintah. Standar kualitas air baku yang berlaku saat ini adalah Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/Menkes/ XI/ 1990 tanggal 3 September 1990 mengenai standar air bersih dan juga Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tanggal 14 Desember 2001 tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air .standar tersebut dapat di lihat pada tabel 2.5 dan 2.6.

2.5.3. Kriteria Pelayanan Air Minum

Faktor-faktor yang berpengaruh dalam penentuan kriteria pelayanan sistem penyediaan air minum adalah :

1. Penentuan Daerah Pelayanan

Dalam menentukan rencana daerah pelayanan selain di sesuaikan dengan arahan dari kerangka acuan kerja juga harus disesuaikan dengan kondisi daerah studi berdasarkan kepadatan penduduk.

2. Penentuan Besarnya Tingkat Pelayanan (*Coverage*)

Dalam menentukan besarnya tingkat pelayanan harus di sesuaikan dengan hasil survey lapangan dan hasil evaluasi data sumber. *Coverage* adalah untuk mengetahui besarnya minat masyarakat terhadap keberadaan sistem penyediaan air bersih.

3. Penentuan cara penyampaian air yang telah proses pengolahan ke konsumen (*Service Level*).

Cara penyambungan yang umum di lakukan adalah berupa Sambungan Rumah (SR) dan Hidran Umum (HU).

2.5.4. Kriteria Desain Sistem Penyediaan Air Minum

4.1 Intake

1. Saringan *Bell Mouth*

- Kecepatan air melalui lubang saringan (vLs) = (0,15-0,3) m/dt
- Diameter bukan lubang (dbL) = 6 mm – 12 mm
- Area gross* /luas total jaringan (A_g) =2 x luas efektif saringan
- Saringan diletakkan 0,6 – 1m dibawah muka air terendah.

2. Pipa Air Baku

Untuk menghindari erosi sedimentasi kecepatan air-(0,6-0,15) m/dt

3. Pipa air hisap

- Kecepatan air di pipa hisap = (1-1,5)m/dt
- Beda tinggi dari muka air minimum ke pusat pompa $\leq 3,7$ m
- Jika muka air > dari muka air minimum maka jarak pusat pompa ke muka air tersebut tidak boleh < 4 m.

4. Sumur Pengumpul

- Terdiri dari dua sumur pengumpul,satu beroperasi dansatunya lagi sebagai cadangan
- Waktu ditensi 20 menit

- c. Dasar sumur minimum 1 m di bawah permukaan sungai atau 1,25 di bawah muka air minimum
- d. Tinggi *foot valve* dari dasar sumur $\leq 0,6$ m
- e. Kontruksi kedap air dan tebal 20 cm atau lebih tebal
- f. Kemiringan dasar sumur = 10 - 20%
- g. Punya berat yang cukup dan kuat terhadap tekanan dan gaya yang ada.

4.2 Prasedimentasi

Kriteria desain untuk unit *Prasedimentasi* ini seperti berikut :

1. *Surface loading* (Q/A) = 20 – 80 m/hari $2,3 \times 10^{-4} - 9,3 \times 10^{-4}$ m/dt)
2. Tinggi (H) = 1,5 – 2,5 m.
3. Panjang : Lebar = (4 : 3) – (6 : 1)
4. Waktu detensi = 0,5 – 3 jam
5. Panjang : tinggi = 5 : 1 – 10 : 1

4.3. Koagulasi

Kriteria desain untuk unit *koagulasi** adalah seperti berikut :

1. Gradien Kecepatan/ G (dt⁻¹) = (200-1200) detik⁻¹
2. Td (detik) = (30 – 120) detik⁻¹

4.4. Flokulasi

Kriteria desain untuk unit *flkokulasi** adalah seperti berikut :

1. Gradien Kecepatan/ G (dt⁻¹) = (200-1200) detik⁻¹
2. Td (detik) = (30 – 120) detik⁻¹

4.5. Sedimentasi

Kriteria desain untuk unit *sedimentasi** adalah seperti berikut :

1. *Surface loading* (Q/A) = 25 – 60 m/hari
2. Tinggi (H) = 3 -4 m
3. Panjang : Lebar = (4 : 3) – (6 : 1)
4. Panjang : Tinggi = 5 ; 1 – 10 : 1

4.6 Inlet dan Outlet

Kriteria desain untuk unit *intlet* dan *outlet* adalah seperti berikut :

1. *Weir loading* ≤ 25 m³/jam m
2. Kecepatan di *flume* dan *orifice* = (0,15 – 0,4) m/dt

- Jarak antara v – notch = (15 - 30) cm

4.7 Filtrasi

Kriteria desain yang di gnakan adalah :

- Luas area filter maksimum 200 m²Kriteria desain untuk kehilangan tekanan pada media pasir dan penyangga
- Effective size* (ES) = (0,45 – 0,8)
- Uniform coefficient* (UC) = 1,3 – 1,7
- Sphericity* (ϕ) = 0,73 - 1
- Porositas (f) = 0,4 – 0,5
- Kecepatan *filtrasi* = (0,3 – 0,6) m/dt
- Tebal media pasir = minimum 300 mm
- Tebal media krikil = (10 – 24) inchi
- Konstana krikil = 10 - 24
- Diameter krikil = > 3/64 inchi
- Perbandingan ukuran tiap lapisan = 2 : 1

Kriteria desain kehilangan tekanan pada saat *under drain* :

- Rasio luas *orifice* dengan luas daerah *filter* = 0,015 – 1 s/d 0,005-1
- Rasio luas pipa lateral dengan luas *orificel* = 2 : 1 s/d 4 : 1
- Rasio luas *manifold* dengan luas lateral = 1,5 : 1 s/d 3 : 1
- Panjang pipa lateral maksimum = 20 ft
- Diameter *orifice* = $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ inchi
- Jarak *orifice* dengan *manifold* = (3 – 12) inchi
- Jarak antara *orifice* = (3 – 4) inchi

4.8 Unit Kimia

Kriteria desain untuk koagulan (Al₂(SO₄)₃)

- Dosis Al₂(SO₄)₃ = (5 – 50) mg/l
- PH = 6 - 8
- ϕ pipa plastik = (0,6 – 13)cm

Kriteria desain untuk desinfektan (Ca(OCl)₂)

- ϕ pipa plastik = (0.6 – 13)cm
- Cl sisa = (0,2 - 0,4) mg/L
- Waktu kontak = (10 – 15) menit

4. Kecepatan = (0,3 – 6) m/dt

4.9 Reservoir

Pipa *intlet* dan *outlet*

1. Posisi dan jumlah *intlet* ditentukan berdasarkan bentuk dan struktur tangki, sehingga tidak ada daerah yang mati
2. Pipa *outlet* di letakkan minimal 10 cm di atas lantai bak atau pada permukaan air minum
3. Pipa *outlet* dilengkapi dengan *strainer* yang berfungsi sebagai penyaring
4. Pipa *intlet* dan *outlet* dilengkapi dengan *gate valve*

Ambang bebas dan dasar bak

1. Ambang bebas minimal 30 cm dari permukaan air
2. Dasar bak minimal 15 cm dari permukaan minimum
3. Kemiringan dasar bak 1/500 – 1/100.

Pipa peluap dan penguras

1. Pipa ini mempunyai diameter yang mampu mengalir debit maksimum secara gravitasi
2. Pipa penguras di lengkapi dengan *gate valve*

Ventilasi dan *manhole*

1. Reservoir harus di lengkapi dengan ventilasi dan *manhole* serta alat ukur tinggi muka air
2. Ventilasi harus mampu memberikan sirkulasi udara sesuai dengan volume
3. Ukuran *manhole* harus cukup besar untuk memudahkan petugas masuk
4. Konstruksinya harus kedap air

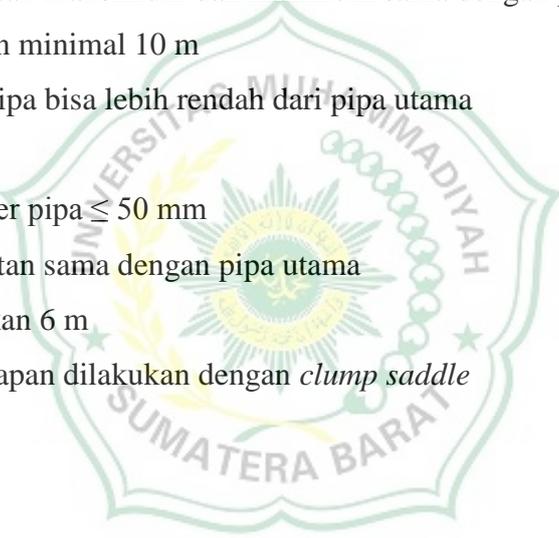
Kapasitas standar

1. Untuk tipe *ground reservoir*, kapasitasnya : (50, 100, 150, 300, 500, 750, 1000) m³
2. Untuk tipe *elevated reservoir*, kapasitasnya : (300, 500 dan 750) m³
3. Ketinggian *elaveted* pada saat muka air minimum adalah (20–25) m dari pintu tanah

4.10 Hidrolis Jaringan Pipa

Kriteria desain hidrolis jaringan pipa adalah :

1. Pipa utama
 - a. Diameter minimum adalah 150 mm
 - b. Kecepatan maksimum (3 – 5) m/dt
 - c. Kecepatan minimum (0,3-3) m/dt
 - d. *Head* stasis yang tersedia ≤ 80 m
 - e. Tekanan sistem pada titik kritis minimum adalah 22 m
 - f. Tidak melayani penyambungan langsung
2. Pipa cabang
 - a. Diameter di hitung dari banyaknya sambungan yang di layani
 - b. Kecepatan maksimum dan minimum sama dengan pipa utama
 - c. Tekanan minimal 10 m
 - d. Kelas pipa bisa lebih rendah dari pipa utama
3. Pipa *service*
 - a. Diameter pipa ≤ 50 mm
 - b. Kecepatan sama dengan pipa utama
 - c. Sisa tekan 6 m
 - d. Penyadapan dilakukan dengan *clump saddle*



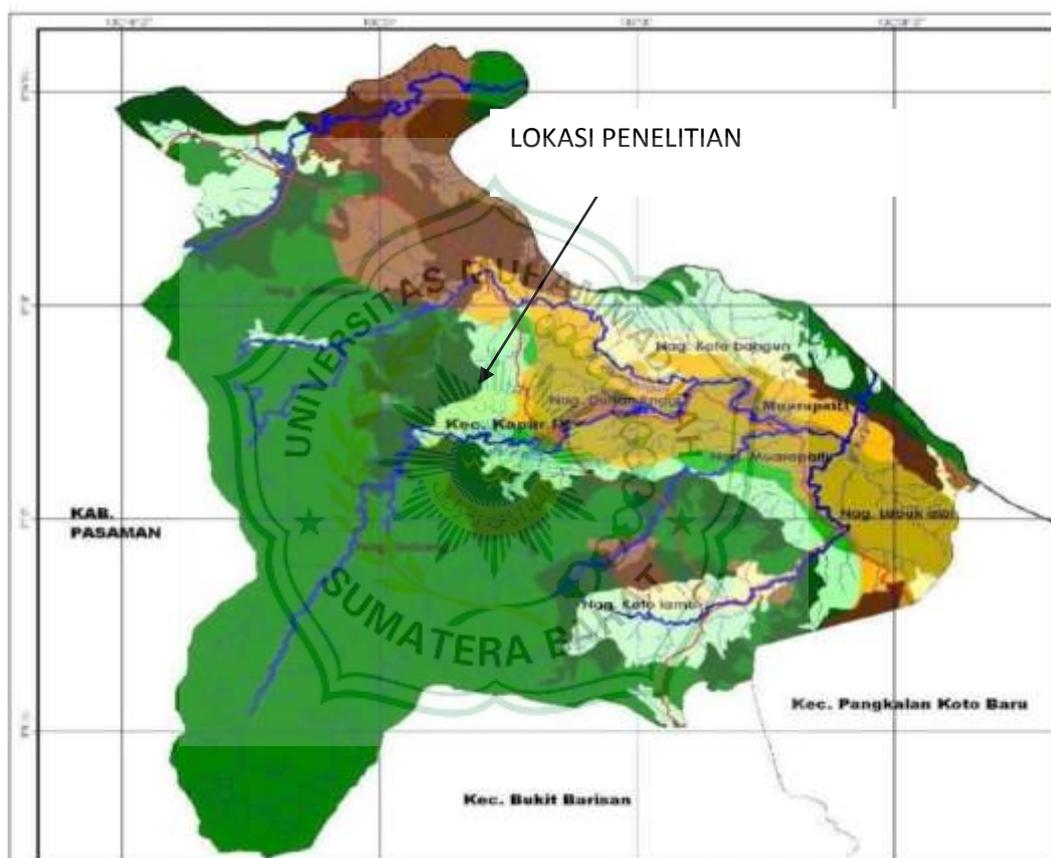
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.3. Lokasi Daerah Penelitian

Studi ini mengambil lokasi / daerah Kecamatan Kapur IX Kabupaten Lima Puluh Kota dengan luas Daerah 723,36 km²

Berikut Peta Kecamatan Kapur IX yan dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Peta Lokasi Studi

Sumber : Kantor Camat Kecamatan Kaour IX

3.4. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Studi untuk mengetahui produksi air minum PDAM Unit Kecamatan Kapur IX dan perencanaan Sistem air minum untuk kebutuhan pelanggan PDAM 10 (sepuluh) Tahun kedepan.

Variabel yang diperlukan dalam penelitian adalah jumlah kebutuhan air, kapasitas produksi, pelanggan aktif di PDAM Unit Kecamatan kapur IX, perencanaan sistem persediaan air minum.

3.5. Teknis Pengumpulan data

Ada beberapa tahap dalam pengumpulan data yang diperlukan yaitu :

1. Tahap persiapan

Tahap persiapan yang dimaksudkan adalah untuk mempermudah jalannya suatu penelitian, seperti pengumpulan data, analisis dan penyusunan Skripsi.

Tahap ini meliputi :

a. Studi pustaka

Studi pustaka dimaksudkan untuk memberikan arah dan wawasan sehingga mempermudah dalam penyusunan data, analisis maupun dalam penyusunan hasil penelitian.

b. Pembuatan proposal

Pembuatan proposal dimaksudkan untuk memberikan gambaran secara teknis mengenai tujuan, rencana serta langkah-langkah yang akan diambil dan pelaksanaan penelitian.

2. Pengumpulan data

Data sekunder

Data yang didapat merupakan data sekunder yang didapat dari PDAM Unit Kecamatan Kapur IX yang terdiri dari :

- a. Data jumlah kebutuhan air minum pelanggan aktif PDAM Unit di Kecamatan Kapur IX Kabupaten Lima Puluh Kota sampai tahun 2021
- b. Data jumlah Pelanggan aktif PDAM Unit Kecamatan Kapur IX Kabupaten Lima Puluh Kota sampai tahun 2021
- c. Data debit aliran dari sumber air baku PDAM Unit Kecamatan Kapur IX Kabupaten Lima Puluh Kota
- d. Data kapasitas produksi PDAM Unit Kecamatan Kapur IX Kabupaten Lima Puluh Kota
- e. Data kualitas produksi PDAM Unit Kecamatan Kapur IX Kabupaten Limapuluh Kota
- f. Data Luas Daerah Kecamatan Kapur IX

3. Analisis data

a. Analisis kebutuhan air minum.

Air bersih sangat diperlukan oleh kalangan penduduk sebagai salah satu sumber untuk kelangsungan hidup. Seperti halnya di daerah Kecamatan Kapur IX, seiring penambahan penduduk dan pembangunan fasilitas pemerintahan maupun swasta maka akan meningkat pula kebutuhan air bersih untuk saat ini maupun yang akan datang. Sehingga penambahan kebutuhan air bersih harus diperhitungkan dengan baik. Perhitungan kebutuhan air bminim PDAM unit Kecamatan Kapur IX Kabupaten Lima Puluh Kota dengan cara analisis data jumlah pelanggan, yaitu berisi data-data jumlah kebutuhan air bersih dan jumlah pelanggan serta kehilangan air.

b. Analisis dimensi pipa saluran transmisi dan distribusi.

Berdasarkan jumlah pelanggan dan kebutuhan air bersih PDAM Unit Kecamatan Kapur IX Kabupaten Lima Puluh Kota di Kecamatan Kapur IX, maka diperlukan untuk pembangunan Instalasi Pengolahan Air bersih untuk memenuhi kapasitas air bersih yang diperlukan. Dari analisis di atas maka data-data yang diperlukan adalah jumlah pelanggan dan kebutuhan air bersih, debit aliran, dimensi bangunan *intake*, dimensi pipa-pipa transmisi serta jenis pipa yang digunakan.

3.6. Bagan alir penulisan

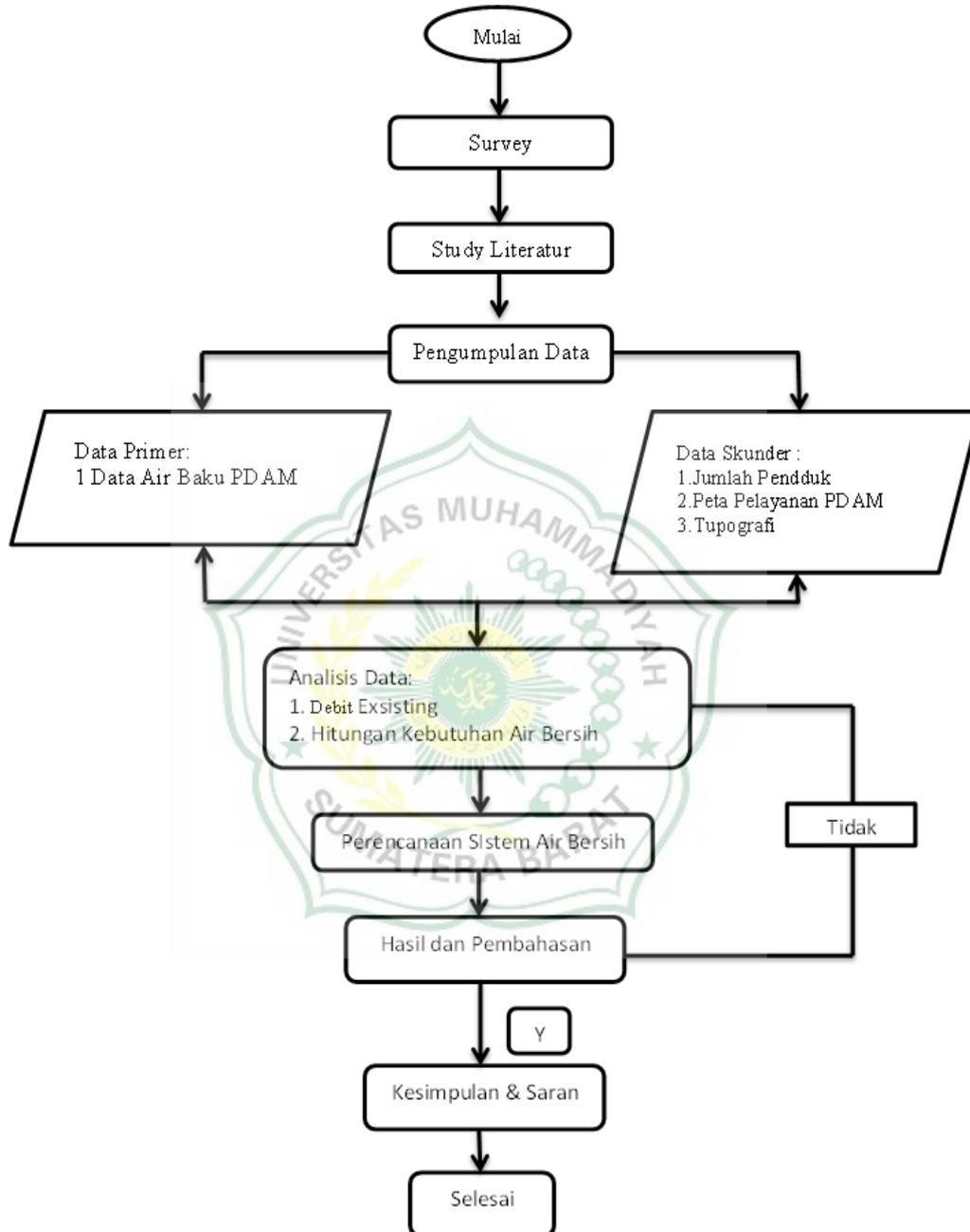
Seluruh data atau informasi yang telah terkumpul kemudian diolah atau dianalisis untuk mendapatkan hasil akhir mengenai kuantitas air dan kebutuhan serta jaringan perpipaan. Beberapa data yang telah ada dan yang telah diolah, maka langkah berikutnya menyusun kesimpulan-kesimpulan yang bisa menjadi bahan pertimbangan untuk tahap perencanaan.

Dari tahap-tahap cara penyusunan laporan tugas akhir yang telah dijelaskan di atas, maka telah disusun diagram alir untuk memperjelas langkah langkah yang dikerjakan dalam penyusunan laporan tugas akhir.

3.7. Bagan Alir Penelitian

Tahap-tahap penyusunan laporan dalam bentuk diagram alir.

Gambar 3.2. Diagram Alir



Gambar 3.2. Diagram Alir

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

4.1.2 Data Penduduk

Data jumlah Penduduk kecamatan Kapur IX selama 5 Tahun terakhir dapat diperhatikan dalam Tabel 4.1 berikut

Tabel 4.1 Jumlah Penduduk Kecamatan Kapur IX 2017 - 2021

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	2017	50.724
2	2018	51.232
3	2019	54.583
4	2020	55.451
5	2021	56.159

Sumber : Kecamatan Kapur IX Dalam Angka 2021

4.1.3 *Exsisting* PDAM Unit Kecamatan Kapur IX

a. Tabel 4.2 Sumber Air Baku PDAM Unit Kapur IX

No	Nama Sumber air	Kapasitas (L/dt)
1	Lubuak Sati	30
2	Batang Simonok	10
	Jumlah Total	40

Sumber data : PDAM Unit Kecamatn Kapur IX 2022

b. Tabel 4.3 Persentase Pelayanan

No	Uraian	Penduduk (Jiwa)	Layanan (%)
1	Penduduk Administrasi Kecamatan Kapur IX	56.159	47
2	Penduduk Daerah layanan PDAM Unit Kec Kapur IX	44.433	60

Sumber data : PDAM Unit Kecamatan Kapur IX 2022

c. Tabel 4.4 Data Pelanggan PDAM Unit Kecamatan Kapur IX 5 Tahun terakhir

No	Jenis Pelanggan	Tahun				
		2017	2018	2019	2020	2021
1	Pel Domestik					
	- Rumah Tangga	1719	2137	2525	4050	5931
2	Pel Non Domestik					
	-Sekolah	79	81	82	82	89
	-Pemerintahan	53	51	56	56	58
	-Sosial	3	6	7	9	10
	-Niaga Besar	459	475	580	594	628
	Jumlah	2.313	2.750	3.250	4.821	6.716

Sumber PDAM Unit Kecamatan Kapur IX 2022

4.2 Analisis Data

4.2.1 Prediksi Jumlah Penduduk

Untuk menentukan kebutuhan air minum pada masa mendatang di kecamatan Kapur IX perlu diperhatikan keadaan penduduk yang ada pada saat ini dan proyeksi jumlah penduduk pada masa mendatang, Dalam perencanaan proyeksi jumlah penduduk ini direncanakan sampai 10 tahun yang akan datang terhitung dari tahun 2020 sampai tahun 2029. Untuk perkiraan jumlah penduduk Kecamatan Kapur IX dianalisis dengan menggunakan (tiga) 3 metode yaitu Metode Aritmatik, Metode Geometrik dan Metode Regresi Linier, untuk

memperoleh keakuratan jumlah penduduk. Selanjutnya dipilih dengan menggunakan Standar Deviasi yang lebih kecil. Data jumlah penduduk yang didapat dari Kecamatan Kapur IX Kabupaten Lima Puluh Kota Dalam Angka tahun 2017 sampai 2021 dengan prediksi hingga tahun 2029, Dibawah ini perhitungan ketiga Metode tersebut

Tabel 4.5 Data Penduduk Kecamatan Kapur IX selama 5 Tahun Terakhir.

No	Tahun	Jumlah	Pertumbuhan	
			Jiwa	%
1	2017	50.724	-	-
2	2018	51.232	508	1,001
3	2019	54.583	3.351	6,54
4	2020	55.451	868	1,59
5	2021	56.159	708	1,27
Jumlah			5.435	10.401

Sumber : Hasil Perhitungan 2022

Rata rata pertambahan penduduk untuk kecamatan Kapur IX dari tahun 2017 – 2021 adalah

$$K_a = \frac{P_{2021} - P_{2017}}{2021 - 2017}$$

$$K_a = \frac{56.159 \text{ Jiwa} - 50.724 \text{ Jiwa}}{5 \text{ Tahun}}$$

$$K_a = 1.087 \text{ Jiwa / Tahun}$$

Persentase Pertumbuhan Penduduk rata rata per tahun (r) :

$$r = \frac{\text{jumlah \% pertahun}}{t}$$

$$r = \frac{10.401 \%}{4}$$

$$r = 0,026 \%$$

Dengan bertolak dari data penduduk tahun 2017 menghitung pertambahan jumlah penduduk untuk Kecamatan Kapur IX pertahun dari tahun 2017 – 2021 dengan menggunakan Metode Geometrik, Metode Aritmatik, dan Metode Regresi Linier.

1. Metode Geometrik

$$P_n = P_o \times (1 + r)^n$$

$$P_{21} = P_{17} \times (1 + 0,026)^{(2021-2017)}$$

$$P_{21} = 56.159 \times (1 + 0,026)^5$$

$$P_{17} = P_{21} / (1 + 0,026)^5$$

$$P_{17} = 56.159 / (1 + 0,026)^5$$

$$P_{17} = 49.394 \text{ Jiwa}$$

2. Metode Aritmatik

$$K_a = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1}$$

$$K_a = \frac{56159 - 50.724}{2021 - 2017}$$

$$K_a = 1087 \text{ Jiwa /Tahun}$$

$$P_{n=P_{2021}} = 56.159 \text{ Jiwa}$$

$$P_n = P_o + (K_a \cdot x) (T_n - T_a)$$

$$P_n = 56.159 + (1087 \cdot x) (2017 - 2021)$$

$$P_n = 51.811 \text{ Jiwa}$$

3. Metode Regresi Linier

$$Y = a + bX$$

$$a = \frac{\Sigma y \cdot \Sigma x^2 - \Sigma x \cdot \Sigma xy}{n \cdot \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

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

Tabel 4.6 Metode Regresi Linier

Tahun	Tahun ke (X)	Penduduk (Y)	X.Y	X ²
2017	1	50.724	50.724	1
2018	2	51.232	102.464	4
2019	3	54.583	163.749	9
2020	4	55.451	221.804	16
2021	5	56.159	280.795	25
Jumlah	15	268.149	819.536	55

Sumber : perhitungan 2022

Dengan menggunakan rumus diatas maka besar nya a dan b dapat dihitung sebagai berikut :

$$a = \frac{\Sigma y \cdot \Sigma x^2 - \Sigma x \cdot \Sigma xy}{n \cdot \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

$$a = \frac{(268.149 \times 55) - (15 \times 819.536)}{(5 \times 55) - (15)^2}$$

$$a = 49.103,1$$

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

$$b = \frac{(5 \times 819.536) - (15 \times 268.149)}{(5 \times 55) - (15)^2}$$

$$b = 1.508,9$$

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

$$Y_n = 49.103,1 + 1.508,9X (0)$$

$$Y_n = 49.103,1$$

Hasil perhitungan standar deviasi memperlihatkan angka yang berbeda untuk ketiga metode proyeksi. angka terkecil adalah hasil perhitungan proyeksi dengan metode Geometrik, Jadi untuk memperkirakan jumlah penduduk Kecamatan Kapur IX pada tahun 2029 mendatang dipilih metode geometrik

- a. Proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk kecamatan Kapur IX Metode Geometrik.

Perkiraan jumlah penduduk Kecamatan Kapur IX dengan menggunakan rumus geometrik dengan data jumlah penduduk yang didapat dari Bahan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Lima Puluh Kota sejak Tahun 2017 sampai dengan 2021 dengan prediksi hingga tahun 2029 dengan menggunakan rumus

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

Dengan : P_n = Jumlah penduduk pada tahun n proyeksi

P_o = Jumlah penduduk pada awal proyeksi

R = Rata rata pertumbuhan penduduk per tahun .
= waktu (tahun)

Tabel 4.7 Pertumbuhan Jumlah penduduk Kecamatan Kapur IX 2021

No	Tahun	Jumlah	Pertumbuhan	
			Jiwa	%
1	2017	50.724		
2	2018	51.232	508	1,001
3	2019	54.583	3.351	6,54
4	2020	55.451	868	1,59
5	2021	56.159	708	1,27
Jumlah			5.435	10,401

Sumber : Perhitungan 2022

Proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk tahun 2021 – 2029 adalah

$$r = \frac{10.401}{4}$$

$$r = 2,60 \%$$

Pertumbuhan jumlah penduduk dari tahun 2021 - 2029 adalah :

$$Pn = (1 + r)^n$$

$$= 56\,159 (1 + (0,026))^{10}$$

$$= 72\,592\,703 = 72.593 \text{ jiwa (Tahun 2029)}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas pertumbuhan penduduk cenderung bertambah / mengalami kenaikan jumlah penduduk kecamatan Kapur IX tahun 2029 sebesar 72. 593 jiwa

Tabel 4.8 Prediksi Pertambahan Jumlah Penduduk KecamatanKapur IX 2021 – 2029

No	Tahun	Jumlah	Pertambahan	
			Jiwa	%
1	2020	56.159	-	-
2	2021	57.619	1.460	2,6
3	2022	59.117	1.498	2,6
4	2023	60.654	1.537	2,6
5	2024	62.231	1.577	2,6
6	2025	63.849	1.618	2,6
7	2026	65.509	1.660	2,6
8	2027	67.213	1.703	2,6
9	2028	68.960	1.748	2,6
10	2029	70.753	1.793	2,6
Jumlah				23.4

Sumber ; Perhitungan 2022

Rata rata pertambahan proyeksi penduduk 10 tahun kedepan :

$$Ka = \frac{Pt - Po}{t}$$

$$Ka = \frac{70.753 \text{ Jiwa} - 56.159 \text{ Jiwa}}{9 \text{ tahun}}$$

$$Ka = 1.621,5 \text{ jiwa / tahun}$$

Rata rata persentase pertambahan proyeksi penduduk 10 tahun kedepan

$$r = \frac{\text{jumlah \% pertambahan}}{t}$$

$$r = \frac{23,4}{9}$$

$$r = 2,6 \%$$

4.3 Prediksi Pertambahan Pelanggan PDAM Unit Kecamatan kapur IX

Prediksi pertambahan pelanggan PDAM dihitung dengan metode geometrik untuk masing masing jenis pelanggan dengan asumsi jumlah desa /kelurahan yang terlayani tetap hingga 10 tahun mendatang, kemudian dijumlahkan sehingga akan diperoleh data yang lebih akurat untuk perencanaan.

Data yang diperoleh dari PDAM Unit Kecamatan Kapur IX bagian pelanggan selama 5 tahun terahir dari data yang terlayani di pdam unit kecamatan Kapur IX Kabupaten Lima Puluh Kota tahun 2017 – 2021.

Tabel 4.9 Data Pelanggan PDAM Unit Kecamatan Kapur IX 5 Tahun Terakhir

Jenis Pelanggan	Tahun				
	2017	2018	2019	2020	2021
Domestik	-	-	-	-	-
RT (SR)	1.719	4.080	5.931	6.021	6.399
Non Domestik					
Sekolah	79	82	89	91	108
Pemerintahan	53	56	58	58	61
Sosial	3	9	10	10	10
Niaga	459	594	628	636	681
Jumlah	2.313	4.821	6.716	6.816	7.259

Sumber : PDAM Unit Kecamatan Kapur IX 2021

a. Pelanggan Rumah Tangga

Tabel 4.10 Pelanggan Rumah Tangga

No	Tahun	SR	Pertambahan Pelanggan	
			Selisih	%
1	2017	1.719		
2	2018	4.080	2.361	57,87
3	2019	5.931	1.851	31,21
4	2020	6.021	90	1,49
5	2021	6.399	378	5,91
Jumlah			4.680	96,48

Sumber : PDAM Unit Kapur IX 2021

Persentase Pertumbuhan jumlah pelanggan rumah tangga :

$$r = \frac{\text{Jumlah \% Pertambahan}}{t}$$

$$r = \frac{96,48}{4}$$

$$r = 24,12 \%$$

$$P_{2029} = P_0 (1 + r)^n$$

$$= 6.399 (1 + (0,2412))^4$$

$$= 55.230.269 \text{ Jiwa} = 13.807 \text{ SR (Tahun 2029)}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas pertambahan pelanggan rumah Tangga cenderung bertambah / mengalami kenaikan. Jumlah pelanggan Rumah Tangga tahun 2029 sebesar 13.807 SR

b. Pelanggan Sekolah

Tabel 4.11 Pelanggan Sekolah

No	Tahun	SR	Pertambahan Pelanggan	
			Selisih	%
1	2017	79	-	-
2	2018	82	3	3,66
3	2019	89	7	7,87
4	2020	91	2	2,20
5	2021	108	17	15,74
Jumlah			29	29,46

Sumber : Perhitungan 2022

Persentase pertambahan jumlah sekolah

$$r = \frac{\text{Jumlah \% Pertambahan}}{t}$$

$$r = \frac{29,46}{4}$$

$$r = 7,365 \%$$

$${}_{2029} = P_0 (1 + r)^n$$

$$= 108 (1 + (0,07365))^4$$

$$= 115.954 \text{ Jiwa} = \mathbf{116} \text{ SR (Tahun 2029)}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas pertambahan pelanggan sekolah cenderung bertambah di tahun 2029 sebesar 116 SR

c. Pelanggan Pemerintah

Tabel 4.12 Pelanggan Pemerintah

No	Tahun	SR	Pertambahan Pelanggan	
			Selisih	%
1	2017	53		
2	2018	56	3	5,36
3	2019	58	2	3,45
4	2020	58	0	0,00
5	2021	61	3	4,92
Jumlah			8	13,72

Sumber : Perhitungan 2022

Persentase Pertumbuhan Jumlah Pemerintah

$$r = \frac{\text{Jumlah \% Pertambahan}}{t}$$

$$r = \frac{13,72}{4}$$

$$r = 3,43 \%$$

$$2029 = P_0 (1 + r)^n$$

$$= 61 (1 + (0,0343))^4$$

$$= 1.374899 = \mathbf{130} \text{ SR (Tahun 2029)}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas pertambahan pelanggan Pemerintah cenderung meningkat . Jumlah pelanggan Pemerintah tahun 2029 130 SR

d. Pelanggan Sosial

Tabel 4.13 Pelanggan Sosial

No	Tahun	SR	Pertambahan Pelanggan	
			Selisih	%
1	2017	3		
2	2018	9	6	66,67
3	2019	10	1	10,00
4	2020	10	0	0,00
5	2021	10	0	0,00
Jumlah			7	76,67

Sumber : Perhitungan 2022

Persentase Pertambahan Jumlah Pelanggan Sosial

$$r = \frac{\text{Jumlah \% Pertambahan}}{t}$$

$$r = \frac{76,67}{4}$$

$$r = 19,67 \%$$

$$\begin{aligned}
2029 &= P_0 (1 + r)^n \\
&= 61 (1 + (0,1917))^10 \\
&= 16702 = \mathbf{68 \text{ SR}} \text{ (Tahun 2029)}
\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas penambahan pelanggan Status Sosial mengalami kenaikan pada tahun 2029 sebanyak 68 SR

e. Pelanggan Niaga

Tabel 4.14 Pelanggan Niaga

No	Tahun	SR	Pertambahan Pelanggan	
			Selisih	%
1	2017	459	-	-
2	2018	594	135	22,73
3	2019	628	34	5,41
4	2020	636	8	1,26
5	2021	681	45	6,61
Jumlah			222	36,01

Sumber : Perhitungan 2022

Persentase Pertambahan Jumlah Pelanggan Niaga

$$r = \frac{\text{Jumlah \% Pertambahan}}{t}$$

$$r = \frac{36,01}{4}$$

$$r = 9,00 \%$$

$$\begin{aligned}
2029 &= P_0 (1 + r)^n \\
&= 681 (1 + (0,0900189))^10 \\
&= 1612440 = \mathbf{1.600 \text{ SR}} \text{ (Tahun 2029)}
\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas penambahan pelanggan Status Niaga mengalami kenaikan pada tahun 2029 sebanyak 1.600 SR

Dari perhitungan diatas jumlah pelanggan PDAM Unit Kecamatan Kapur IX tahun 2029 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} &= \text{RT 1} + \text{Sekolah} + \text{Pemerintah} + \text{Sosial} + \text{Niaga} \\ &= 13.807 + 116 + 130 + 68 + 1.600 \\ &= 15.621 \text{ SR} \end{aligned}$$

4.4 Prediksi Kebutuuh Air minum menurut jumlah pelanggan PDAM daerah pelayanan Kecamatan Kapur IX pada tahun 2029

Prediksi kebutuhan air bersih berdasarkan masing masing jenis pelanggan daerah pelayanan Kecamatan Kapur IX .sebagai berikut :

a. Pelanggan Domestik

$$\begin{aligned} \text{SI} &= 13,807 \text{ SR} \\ &= 13.807 \times 80 \text{ Liter/Hari} \\ &= 1.104,560 \text{ Liter /Hari} \\ &= 1.104,560 / (24 \times 60 \times 60) \\ &= 12.79 \text{ L/dt} \end{aligned}$$

b. Pelanggan Non Domestik (Kn)

$$\begin{aligned} \text{Kn} &= \text{Niaga} + \text{Sekolah} \\ \text{Kn} &= 1600 + 116 \\ &= 1716 \text{ Sr} \\ &= 1716 \times 30 \text{ Liter /Hari} \\ &= 51.480 \text{ Liter /Hari} \\ &= 51480 / (24 \times 60 \times 60) \\ &= 0,595 \text{ 83 Liter /Detik} \end{aligned}$$

c. Pelanggan Sosial (Sb)

$$\begin{aligned} Sb &= 68 \text{ SR} \\ &= 68 \times 30 \text{ Liter /Hari} \\ &= 2040 \text{ Liter / Hari} \\ &= 2.040 / (24 \times 60 \times 60) \\ &= 0,023 \text{ 61 Liter / detik} \end{aligned}$$

d. Pelanggan Pemerintah (Pp)

$$\begin{aligned} Pp &= 130 \times 30 \text{ Liter /Hari} \\ &= 3900 \text{ Liter /Hari} \\ &= 3.900 / (24 \times 60 \times 60) \\ &= 0,045 \text{ Liter /detik} \end{aligned}$$

e. Total Prediksi kebutuhan air minum Tahun 2029 (Pr)

$$\begin{aligned} Pr &= SI + Kn + Sb + Pp \\ &= \underline{51,138889 + 0,5958333 + 0,0236111 + 0,0451389} \\ &= 51,80 \text{ Liter /detik} \end{aligned}$$

f. Kehilangan Air (Lo)

$$\begin{aligned} Lo &= 20 \% \times Pr \\ &= 20 \% \times 51,80 \text{ Liter /Detik} \\ Lo &= 10,37 \text{ Liter /detik} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan kebutuhan air berdasarkan jumlah penduduk jenis pelanggan Kecamatan Kapur IX diatas dapat dilihat pada

Tabel 4. 15 dibawah ini :

No	Keterangan	Jumlah Kebutuhan air (Liter / deti)
1	Domestik	51,14
2	Sosial	0,023
3	Non Domestik	0,596
4	Pemerintah	0,0452
5	Kehilangan Air	10,36
Total Kebutuhan		51,80

Sumber : Perhitungan 2021

g. Kebutuhan Harian Maksimum

$$\begin{aligned}
 S_s &= f_1 \times Pr \\
 &= 1,1 \times 51,80 \text{ Liter /detik} \\
 &= 56,98 \text{ Liter / detik}
 \end{aligned}$$

h. Pemakaian air pada jam puncak

$$\begin{aligned}
 \text{Debit Waktu Puncak} &= f_2 \times Pr \\
 &= 1,5 \times 51,80 \text{ Liter / detik} \\
 &= 77,7 \text{ Liter /detik}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan air minum untuk daerah pelayanan Kecamatan Kapur IX tahun 2029 menurut prediksi pertumbuhan jenis pelanggan adalah 51,80 Liter /detik, kebutuhan harian maksimum 56,98 Liter /detik, dan debit pada jam puncak 77,7 Liter /detik

4.5 Analisis Terhadap Cakupan Pelayanan Air Minum

Cakupan target pelayanan air minum dari PDAM diambil 80 % jumlah penduduk, adapun 20 % jumlah penduduk diharapkan mencukupi sendiri kebutuhan air minum dari sumur, mata air dan lain lain, maka prediksi cakupan

pelayanan air minum PDAM Unit Kecamatan Kapur IX pada tahun 2029 sebagai berikut :

- a. Analisis Terhadap Cakupan Pelayanan Air Minum Kecamatan Kapur IX

$$\begin{aligned} C_p \text{ Kecamatan} &= 80 \% \times P_n \\ &= 80 \% \times 70.753 \\ &= 56.602 \text{ Jiwa} \end{aligned}$$

Prediksi berdasarkan jenis pelanggan :

1. Pelanggan Domestik

$$\begin{aligned} S_1 &= RT \times SR \text{ (Jumlah Jiwa per SR)} \\ &= 13.807 \times 4 \text{ Jiwa} \\ &= 55.230 \text{ Jiwa} \end{aligned}$$

2. Pelanggan Non Domestik

$$\begin{aligned} &= 1600 \text{ SR} \times 30 \text{ Jiwa} \\ &= 48.510 \text{ Jiwa} \end{aligned}$$

3. Pelanggan Sosial

$$\begin{aligned} S_b &= 68 \text{ SR} \\ &= 68 \times 5 \\ S_b &= 340 \text{ Jiwa} \end{aligned}$$

4. Pelanggan Pemerintah

$$\begin{aligned} P_p &= 130 \text{ SR} \\ &= 130 \times 6 \\ P_p &= 780 \text{ Jiwa} \end{aligned}$$

5. Total Kebutuhan air Minum Tahun 2029 (Pr)

$$\begin{aligned} Pr &= S_1 + K_n + S_b + P_p \\ &= 55.230 + 48510 + 340 + 780 \\ Pr &= 104.860 \text{ Jiwa} \end{aligned}$$

- 6 Cakupan Pelayanan kecamatan Kapur IX tahun 2029

$$\begin{aligned} \% \text{ Pelayanan} &= \frac{70753}{104860} \times 80\% \\ &= 53,97 \% \text{ (Penduduk Adm Kec)} \end{aligned}$$

Cakupan pelayanan PDAM Unit muaro peti pada tahun 2029 di kecamatan Kapur IX baru mencapai 53,97 % dengan jumlah nagari yang di layani sebanyak 7 Nagari, sehingga cakupan pelayanan masih di bawah standar nasional yaitu 80% dari jumlah penduduk

4.6 Analisis Ketersediaan dan kebutuhan air minum yang akan didistribusikan di kecamatan Kapur IX

Untuk analisis ketersediaan air minum sampai dengan tahun 2029 dilakukan dengan membandingkan jumlah produksi sumber air baku yang di manfaatkan saat ini dengan jumlah kebutuhan air minum sampai tahun 2029 sesuai dengan hasil perhitungan berdasarkan data yang di peroleh dari PDAM Unit Kecamatan Kapur IX Kabupaten Lima Puluh Kota, Berikut tabel data sumber air baku yang di manfaatkan oleh PDAM untuk melayani kecamatan Kapur IX

Tabel 4.16 Data Sumber air Baku PDAM Unit Kecamatan Kapur IX

No	Nama Air Baku	Instansi Pengolahan Air (IPA)	Kapasitas Produksi air (L/dt)
1	Lubuak Sati	IPA Lengkap	30
2	Batang simonok	IPA Lengkap	10
Jumlah Total Kapasitas			40

Sumber : PDAM Unit Kecamatan Kapur IX

Dengan menjumlahkan kebutuhan air minum dari hasil perhitungan proyeksi jumlah penambahan pelanggan tahun 2021 diwilayah Kecamatan Kapur IX sebanyak 51,80 Liter /detik dengan dan di tahun 2029 diwilayah kecamatan kapur IX (104 ,86 Liter /detik), maka didapat total kebutuhan air minum sebesar 156,66 Liter /detik

Tabel 4.17 Prediksi Debit Produksi kebutuhan air minum yang diolah

Unit Pelayanan	Kapasitas air baku 1. Lubuak Sati 2. Batang Simonok (Liter /Detik)	Q Kebutuhan Air (Liter / detik)
Kecamatan Kapur IX	40	51,80
		40
Total prediksi		11,8

Sumber : Perhitungan 2022

Berdasarkan data dari PDAM Unit Kapur IX sebagai yang melayani Kecamatan harau total kapasitas produksi yang diproduksi saat ini adalah 40 Liter /detik, sedangkan debit produksi yang direncanakan berdasarkan proyeksi penambahan jumlah pelanggan di kecamatan kapur IX dengan jumlah nagari 7 nagari adalah 51,80 Liter / detik, Maka dapat disimpulkan ketersediaan air bersih saat ini tidak memenuhi kebutuhan air bersih hingga tahun 2029 nantinya.

4.7 Analisis Kapasitas reservoir kecamatan kapur IX

Kapasitas reservoir yang ada saat ini yaitu 700 liter/detik untuk memenuhi kebutuhan air tahun 2029, maka prediksi kapasitas reservoir tahun 2029 adalah sebagai berikut :

Berdasarkan prediksi sampai tahun 2029 :

Konsumsi air harian rata rata = 51.800 Liter /detik

Jumlah sambungan = 15.721 SR

Kehilangan air rata rata (Lo) = 20 % x Konsumsi harian rata

= 20 % x 51,800 Liter /detik

= 10.360 Liter /detik

$$\begin{aligned}
\text{Kebutuhan rata rata} &= \text{konsumsi air harian rata rata} + L_0 \\
&= 51.800 + 10.360 \\
&= 62.160 \text{ Liter /detik}
\end{aligned}$$

Keterangan

- . 1 M³ = 1000 liter
- . 1 hari = 24 jam
- . 24 jam = 86.400 detik

Sehingga kebutuhan air harian = 62.160 Liter /detik

$$\begin{aligned}
&= \frac{62.160}{1000} \times 86400 \text{ detik} \\
&= 5370,624 \text{ liter/detik}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Kebutuhan Reservoir} &= 5370,624 \times 20 \% \\
&= 1074,125 \text{ liter/deti}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Kekurangan Kapasitas reservoir} &= 1074,125 \text{ liter/deti} - 700 \text{ liter/deti} \\
&= 374,125 \text{ liter/deti}
\end{aligned}$$

Berdasarkan prediksi daya tampung reservoir yang ada di 2 (dua) sumber air baku diatas yang saat ini berkapasitas 700 liter/detik, tidak mencukupi lagi untuk kebutuhan air minum hingga tahun 2029, Kapasitas yang ada sekarang ini hanya mampu untuk melayani pelanggan tahun 2022 ini saja

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan penghitungan yang telah diuraikan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kebutuhan air minum berdasarkan penambahan jumlah pelanggan pada daerah Kecamatan Kapur IX untuk proyeksi 10 tahun ke depan tidak mencukupi lagi di karenakan penambahan pelanggan yang cukup tinggi
2. Ketersediaan sumber air baku Batang Simonok, dan Lubuak Sati hanya bisa untuk mencukupi pelayanan sampai 2022
3. Untuk tahun 2029 pihak pemerintah harus merencanakan penambahan debit sebanyak 11,8 Liter / detik.
4. Prediksi Kapasitas air baku tambahan untuk sampai tahun 2029 di kecamatan Kapur IX sebagai berikut :
 - a. Pelanggan Domesti = 51,14 Liter /detik
 - b. Pelanggan Non Domestik = 0,59 Liter /Detik
 - c. Pelanggan Sosial = 0,03 Liter /detik
 - d. Pelanggan Pemerintah = 0,05 Liter /detik

Jumlah Total Tambahan = 51,80 Liter Liter / detik
5. Pembagunan Kapasitas reservoir untuk pelayanan air minum di kecamatan Kapur IX yang ada saat ini 700 M, sudah terjadi kekurangan daya tampung untuk sampai 2029 sebesar 374,125 M³
6. Cakupan Pelayanan masih 53,97 % masih dibawah standar pelayanan nasional pada tahun 2029

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan maka dapat disimpulkan saran saran sebagai berikut :

1. Diharapkan peran serta pemerintah daerah untuk merencanakan penambahan sumber air baku
2. Diharapkan kerja samanya masyarakat bersama pdam untuk saling mendukung dalam pemeliharaan sumber air minum.



DAFTAR PUSTAKA

- Agung, H., Kustiawan, K., & Yudhanto, S. A. (2021). *implemeNtasi program kota tanpa kumuh (KOTAKU) Di Kota Tanjung pinang Tahun 2019 (Studi pada pelayanan air minum / baku di kelurahan kampung Bugis)* (Doctoral dissertation, Universitas Maritim Raja Ali Haji).
- Agustina, N. (2021). *Kajian Kinerja Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Di Provinsi Sumatra Barat Berbasis Buku Kinerja Baoan Peningkatan Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum (BPPSPAM)* (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).
- Badan Standarisasi Nasional (2011). *SNI 7511: 2011 Tata Cara Pemasangan Pipa Transmisi Dan Pipa Distribusi Serta Bangunan Pelintas Pipa*. Badan Standardisasi Nasional.
- Dewi, R., Shara, Y., Emti, D., & Herlinda, H. (2021). *Pelaksanaan Fungsi Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang dalam Pengembangan Jaringan Distribusi Sistem Penyedia Air Minum*. *Jurnal EL-RIYASAH*, 12(2), 188-210.
- Juvano, R. A., Yermadona, H., & Yusman, A. S. (2022). *Tinjauan Perencanaan Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih Di Kenegariaan Taram Kecamatan Harau*. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), 147-153.
- Leasiwal, C. M., Mangangka, I. R., & Legrans, R. R. (2021). *Tinjauan Terhadap Kapasitas Produksi Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Paca Di Kecamatan Tobelo Selatan*. *TEKNO*, 19(77).
- Marta, A., Yusman, A. S., & Harahap, R. (2021). *Kebutuhan Air Minum Nagari Malampah Kecamatan Tigo Nagari Kabupaten Pasaman*. *Akselerasi*, 2(2).
- Nasution, A., Helard, D., & Indah, S. (2021). *Kajian Kinerja Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) di Kabupaten Solok dan Kota Solok Berbasis Buku Kinerja Badan Peningkatan Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum*. *CIVED (Journal of Civil Engineering and Vocational Education)*, 8(3), 213-228.
- Oktiawan, W., Hardyanti, N., & Damayanti, P. (2018). *Masterplan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik di Wilayah Perkotaan Kabupaten*

- Sukoharjo. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(2), 69-78.
- Ridwan, R., Swistiawan, M. H., & Bhaskoro, S. B. (2021). *Otomatisasi Sistem Bendung menggunakan Metode Backpropagation untuk Mengatur Debit Air berbasis Internet of Thing. Jurnal Teknologi dan Rekayasa Manufaktur*, 3(2), 73-86.
- Rofiq, A., & Indradjaja, M. (2021, December). *Analisis Review Design Bangunan Booster Pada Pelaksanaan Pembangunan Sistem Penyediaan Air Minum Regional Durolis Provinsi Riau. In Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Pendanaan dalam Pencapaian Akses Universal Air Minum di Indonesia Profesi Insinyur (Vol. 2, No. 1)*.
- Rohmaningsih, E., Sholichin, M., & Haribowo, R. (2017). *Kajian Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih Pada Daerah Rawan Air Di Desa Sumbersih Kecamatan Panggungrejo Kabupaten Blitar. Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 8(1), 48-59.
- Sudarsono, R. A., & Nurkholis, N. (2020).. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 20(1), 1-19.
- Sondari, S., & Nopy, N. (2021). *Kinerja Program Pembangunan Sarana dan Prasarana Air Bersih Perdesaan di Kabupaten Subang. The World of Public Administration Journal*.
- Sukmawardani, M. A., Sururi, M. R., & Sutadian, A. D. (2021). *Evaluasi Hidrolis Jaringan Distribusi Air Minum Sistem Beber PDAM Tirta Jati Kabupaten Cirebon. Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(1), 058-067.
- SARI, G. P., & MARDIANSJAH, F. H. (2018). *Pola Penyediaan, Penilaian Dan Preferensi Masyarakat Terhadap Air Bersih Di Desadesa Perkotaan Kabupaten Semarang Studi Kasus: Desa-desa Perkotaan Kecamatan Bandungan (Doctoral dissertation, Universitas Diponegoro)*.
- Rusli, K., & Susanto, A. (2009). Perhitungan Debit pada Sistem Jaringan Pupa dengan Metoda Hardy-Cross Menggunakan Rumus Hazen-Williams dan Rumus Manning. *Jurnal Teknik Sipil*, 5(1), 40-60.
- Soemarto, C. D. (1987). *Engineering hydrology. Usaha Nasional, Surabaya, Indonesia*.

- Soemarto, C. D. Ir. BIE Dipl. H (1987). *Hidrologi Teknik, Usaha Nasional*
- Umayasari, U., Makhya, S., Mukhlis, M., & Maryanah, T. (2022). *Peran Perusahaan Daerah Air Minum Way Sekampung dalam Pemerataan Aksesibilitas Air Bersih di Kabupaten Pringsewu. Perspektif, 11(2), 515-526.*
- Yainahu, R. R. F., Mananoma, T., & Wuisan, E. M. (2016). *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Maen Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara. Jurnal Sipil Statik, 4(2).*
- Yusman, A. S. (2018). *Aplikasi Metode Normal Ratio Dan Inversed Square Distance Untuk Melengkapi Dada curah Hujan Kota Padang yang Hilang. Menara Ilmu, 12(9).*

