

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN SISTEM JARINGAN PIPA TRANSMISI UNTUK  
PENYEDIAN AIR BERSIH DI KECAMATAN HARAU KABUPATEN  
LIMAPULUH KOTA**

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



Oleh :

**NOVIARDI**  
18.10.002.22201.100

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

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN SISTEM JARINGAN PIPA TRANSMISI UNTUK  
PENYEDIAAN AIR BERSIH DI KECAMATAN HARAU KABUPATEN  
LIMA PULUH KOTA

Oleh

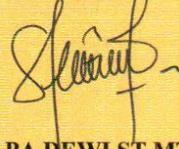
NOVIARDI  
181000222201100

Dosen Pembimbing I,



**DEDDY KURNIAWAN,ST.MT**  
NIDN 1022018303

Dosen Pembimbing II,

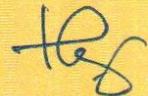


**SELPA DEWI,ST.MT**  
NIDN 1011097602



**MASRIL,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 24 Agustus 2022 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Bukit Tinggi, Agustus 2022  
Mahasiswa

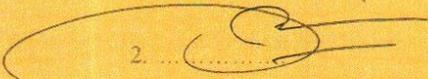
  
**NOVIARDI**  
181000222201100

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal 24 Agustus 2022

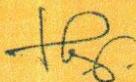
1. Febrimen Herista,ST.MT

  
1. ....

2. Jon Hafnil,ST.MT

  
2. ....

Mengetahui  
Ketua Program Studi  
Teknik Sipil

  
**HELGA YERMADONA,S.Pd.MT**  
NIDN 1013098502

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : NOVIARDI  
Tempat & Tanggal Lahir : Sarilamak 19 Nopember 1979  
NIM : 181000222201100  
Judul Skripsi : Perencanaan Sistem Jaringan Pipa Transmisi  
Untuk Penyediaan air Bersih di Kecamatan  
Harau 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 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



**NOVIARDI**

181000222201100

## ABSTRAK

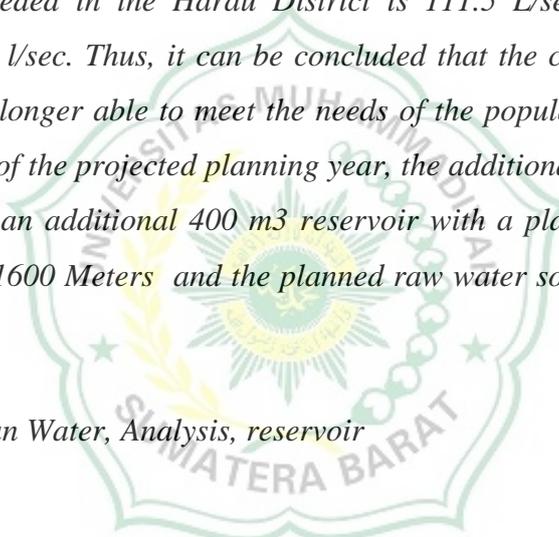
Air bersih merupakan salah satu kebutuhan mendasar dalam menunjang kehidupan manusia, Kecamatan Harau yang tengah berkembang dan menjadi ibu kota Kabupaten LimaPuluh Kota, semakin banyak membutuhkan air seiring perkembangannya yaitu khususnya air bersih. Dengan bertambahnya insfrastruktur di Kecamatan Harau maka sudah pasti untuk beberapa tahun kedepan Kecamatan Harau akan membutuhkan air bersih yang lebih banyak lagi. Dalam penelitian ini dilakukan analisis ketersediaan air bersih di wilayah Kecamatan Harau Kabupaten Lima Puluh Kota. Analisis dilakukan pada sumber air Batu Malanca, Ulu Sungan dan Sarah air luluh Harau selain itu dalam penelitian ini juga akan dilakukan evaluasi terhadap Kapasitas Reservoir. Penelitian ini menggunakan rumus *formula Hazen Wiliams*. Berdasarkan hasil analisis, didapatkan jumlah kebutuhan air bersih pada daerah Kecamatan Harau yaitu 111,5 L/dt sedangkan debit yang tersedia yaitu 60 l/dt. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sumber air yang tersedia saat ini tidak mampu lagi untuk memenuhi kebutuhan penduduk sampai tahun 2029. Dari perhitungan proyeksi tahun rencana, tambahan kapasitas air bersih sebesar 40 l/dt dan tambahan reservoir 400 m<sup>3</sup> diameter pipa yang direncanakan Ø 250 mm sepanjang 1600 Meter. dan Sumber air baku yang direncanakan dari Lubuak Sati Harau

**Kata Kunci :** Air Bersih, Analisis, reservoir

## **ABSTRACT**

*Clean water is one of the basic needs in supporting human life, Harau Subdistrict which is developing and becoming the capital of Lima Puluh Kota Regency, is increasingly in need of water along with its development, especially clean water. With the increase in infrastructure in Harau District, it is certain that for the next few years Harau District will need more clean water. In this study, an analysis of the availability of clean water was carried out in the Harau District, Lima Puluh Kota Regency. The analysis was carried out on Batu Malanca, Ulu Sungan and Sarah Harau water sources, besides that in this study an evaluation of the reservoir capacity will also be carried out. This research uses the Hazen Williams formula. Based on the results of the analysis, it was found that the amount of clean water needed in the Harau District is 111.5 L/sec while the available discharge is 60 l/sec. Thus, it can be concluded that the current available water sources are no longer able to meet the needs of the population until 2029. From the calculation of the projected planning year, the additional clean water capacity is 40 l/sec and an additional 400 m<sup>3</sup> reservoir with a planned pipe diameter of 250 mm along 1600 Meters and the planned raw water source from Lubuak Sati Harau*

**Keywords:** *Clean Water, Analysis, reservoir*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, 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,MT selaku Ketua Program Studi Teknik;
4. Bapak Ir.Ana Susanti Yasman,M.Eng selaku Dosen Pembimbing Akademik;
5. Bapak Deddy Kurniawan,ST.MT selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan
6. Ibu Selpa Dewi, ST.MT 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
<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	
<b>ABSTRAK</b>	
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan penelitian .....	3
1.5. Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Sumber air Baku .....	4
2.1.1 Siklus Hidrologi .....	4
2.1.2 Jenis Sumber air .....	5
2.2. Sistem penyediaan air minum .....	7
2.2.1 Standar kualitas air minum .....	8

2.2.2 Bagian bagian sarana air minum.....	17
2.3. Metoda Pemenuhan kebutuhan air .....	22
2.3.1. Proyeksi jumlah penduduk .....	22
2.3.2 Metode aritmatika .....	23
2.3.3. Metode Geometri .....	24
2.3.4. Metode Ekseponsial .....	24
2.3.5. Metode logaritmatik.....	25
2.3.6. Pemilihan metode proyeksi.....	25
2.4. Proyeksi kebutuhan air Bersih .....	26
2.4.1. Kebutuhan air domestik.....	26
2.4.2. Kebutuhan air non domestik.....	28
2.4.3. Kapasitas dan fluktuasi kebutuhan air Bersih.....	29
2.4.4. Sistem transmisi.....	31
2.4.5. Sistem distribusi air Bersih.....	35
2.4.6. Hidrolika Aliran dalam Pipa .....	37
2.4.7. Analisis aliran pada jaringan pipa dengan metode Hardy Cross.....	38
2.5. Kriteria Desain .....	39
2.5.1. Kriteria Kuantitas air.....	39
2.5.2. Kriteria Kualitas Air Bersih .....	40
2.5.3. Kriteria Pelayanan Air Bersih.....	40
2.5.4. Kriteria Desain Sistem Penyediaan Air Bersih.....	41

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Metode Penelitian .....	46
3.2. Data Penelitian .....	47

3.2.1 Jenis Penelitian dan sumber Data .....	47
3.2.2 Teknik Pengumpulan Data .....	48
3.3. Metode Analisi Data .....	49
3.4. Bagan Alir Penelitian .....	49
3.5. Bagan Air Penelitian .....	50

#### **BAB 4 Hasil dan Pembahasan**

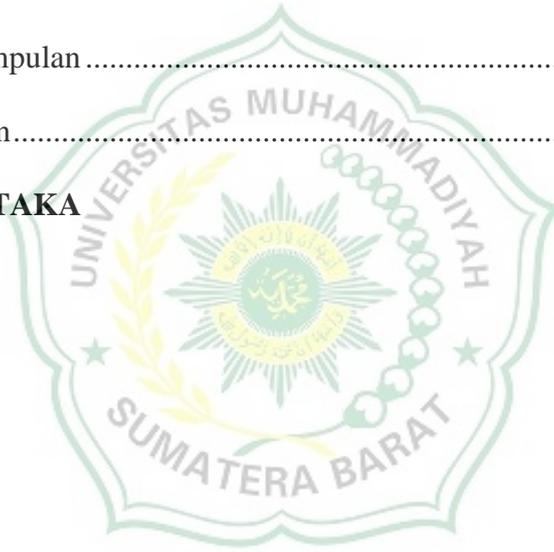
4.1. Perhitungan .....	52
4.2. Pembahasan hasil perhitungan .....	69

#### **BAB 5 PENUTUP**

5.1 Keimpulan .....	71
5.2 Saran .....	72

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

<b>No.Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 2.3 Standar Air Bersih.....	8
Tabel 2.4 Kriteria Mutua air kelas 1 .....	14
Tabel 4.1 Jumlah penduduk kecamatan Harau Tahun 2017 - 2021 .....	51
Tabel 4.2 Sumber Air Baku Kecamatan Harau.....	51
Tabel 4.3 Persentase Pelayanan Air Minum PDAM Kec Harau .....	52
Tabel 4.4 Data Pelanggan PDAM kec Harau 5 Tahun terakhir .....	52
Tabel 4.5 Data Penduduk kec Harauselama 5 Tahun terakhir .....	53
Tabel 4.6 Metode Regresi Linier .....	55
Tabel 4.7 Pertumbuhan jumlah Penduduk Kec Harau 2029 .....	56
Tabel 4.8 Prediksi Pertambahan Jumlah Penduduk Kec Harau 2022 – 2029 .....	57
Tabel 4.9 Data Pelanggan PDAM 5 tahun terakhir Menurut Jenis.....	58
Tabel 4.10 Data Pelanggan Rumah Tangga.....	58
Tabel 4.11 Data Pelanggan Sekolah .....	59
Tabel 4.12 Data Pelanggan Pemerintah .....	60
Tabel 4.13 Data Pelanggan Sosial.....	61
Tabel 4.14 Data Pelanggan Niaga.....	61
Tabel 4.15 Data Kebutuhan Air Bersih.....	64
Tabel 4.16 Data Sumber Air Minum PDAM Kec Hara.....	66
Tabel 4.17 Prediksi Debit Produksi Kebutuhan air bersih yang diolah .....	66

## DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Bak Penampung .....	16
Gambar 2.2 Jaringan Pipa Transmisi Pipa Gi 250 mm .....	17
Gambar 2.3 Instalasi Pengolahan Air ( IPA ) .....	19
Gambar 2.4 Bak Reservoir Kap 300 M3 .....	20
Gambar 2.5 Water Meter Distribusi .....	21
Gambar 2.6 Saluran Terbuka .....	30
Gambar 2.7 Saluran Tertuo .....	30
Gambar 2.8 Saluran Tertutup .....	37



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Q	: Debit air ( $m^3 /det$ )
Pt	: Jumlah penduduk tahun proyeksi.
Po	: Jumlah penduduk tahun ke 0.
t	: Periode Perencanaan
Pn	: Jumlah penduduk pada tahun ke -n.
Pn+1	: Jumlah penduduk pada tahun ke n+1
r	: Persentase pertambahan penduduk tiap tahun
n	: Tahun proyeksi
JP	: Jumlah penduduk saat ini ( jiwa)
Pl%	: Prosentase pelayanan yang akan dilayani.
qD	: Kebutuhan air domestic ( lt/org/hari)
S	: Standar kebutuhan air rata-rata.
qnD	: Kebutuhan air non domestic ( lt/org/hari)
nD%	: Prosentase kebutuhan air non domestic
qD	: Kebutuhan air domestic ( lt/org/hari)
qr	: Kebutuhan air total ( lt/hari)
qhL	: Kebocoran atau kehilangan air.
Kt%	: Persentase kehilangan atau kebocoran
qRH	: Kebutuhan air rata-rata (lt/hari)
qm	: Kebutuhan air maksimum
F	: Faktor hari maksimum ( antara 1,15-1,7 )
D	: Diameter Pipa ( $m^2$ )
L	: Panjang Pipa
Sr	: Sambungan rumah
g	: Percepatan gravitasi
Kc	: Koefisien kehilangan energy akibat penyempitan
K	: Koefisien kehilangan tinggi tekanan minor

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia yang dibutuhkan secara berkelanjutan. Penggunaan air bersih sangat penting untuk konsumsi rumah tangga, kebutuhan industri dan tempat umum. Karena pentingnya kebutuhan akan air bersih, maka adalah hal yang wajar jika sektor air minum mendapat prioritas penanganan utama karena menyangkut azas kehidupan orang banyak. Pemenuhan kebutuhan air bersih sangat tergantung pada ketersediaan sumber air bersih yang diantaranya dapat diperoleh dari air tanah dan air permukaan yaitu dapat disediakan dari sungai, Mata air, Bendung dan Waduk/Embung.

Mengingat air bersih 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 dan secara kuantitas maupun kontinuitas harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat yang dilayani.

Berdasarkan data survey di PDAM Kecamatan Harau pada tahun 2021 bahwa sudah 47 % masyarakat Kecamatan Harau menggunakan air bersih. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih PDAM Kecamatan Harau memanfaatkan (3) tiga sumber air permukaan diantaranya Ulu Sungan kap 20 L/dt, Batu Malanca kapasitas 20 L/dt, dan Sarasah air luluh 20 L/dt. Kecamatan Harau adalah merupakan ibu kota Kabupaten Lima Puluh Kota, Karena itu segala kegiatan pembangunan, dan lain sebagainya berkembang. Perkembangan tersebut tentu saja diringi dengan pertumbuhan penduduk. Dengan pertumbuhan penduduk yang terus meningkat maka kebutuhan air minum terus menerus meningkat pula.

Kondisi *Existing* Kecamatan Harau sebagian besar adalah wilayah perkantoran pemerintah, Perumahan, pertokoan dan banyaknya usaha air bersih yang diiringi pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dapat mengakibatkan bertambahnya konsumsi air bersih. Sehingga keadaan seperti ini dapat

berpengaruh langsung pada ketersediaan air bersih yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan wilayah Kecamatan Harau.

Beberapa tahun kedepan jumlah penduduk akan semakin pesat tentunya akan berpengaruh terhadap peningkatan jumlah kebutuhan air bersih. Ketersediaan air bersih yang ada belum tentu dapat menyeimbangi kebutuhan air bersih yang terus meningkat, untuk itu perlu dilakukan analisis ketersediaan air bersih yang ada sampai tahun ke depan, dalam penelitian ini sampai dengan tahun 2029. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif pemecahan masalah air bersih terutama untuk wilayah Kecamatan Harau. Penelitian menggunakan metode deskriptif Kuantitatif, Studi untuk mengetahui produksi air bersih PDAM Kecamatan Harau dan perencanaan Pipa transmisi serta kebutuhan air bersih pelanggan PDAM di daerah Kecamatan Harau sampai tahun 2029.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka rumusan masalah dapat disusun sebagai berikut :

1. Berapa besar kebutuhan air bersih di Kecamatan Harau Kabupaten Lima Puluh Kota berdasarkan peningkatan jumlah penduduk sampai tahun 2029 yang akan datang.
2. Bagaimana perbandingan antara kebutuhan air bersih dengan ketersediaan air bersih yang ada sampai 2029 yang akan datang.
3. Apakah ketersediaan air bersih yang ada pada PDAM Kecamatan Harau mencukupi kebutuhan daerah Kecamatan Harau hingga tahun 2029.

### **1.3. Batasan Masalah**

Memperhatikan latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka pembatasan masalah pada studi ini adalah sebagai berikut :

1. Analisis Kebutuhan air bersih di Kecamatan Harau dihitung berdasarkan pertumbuhan penduduk sampai tahun 2029
2. Analisis rata rata Pertumbuhan pelanggan PDAM (5) lima tahun terakhir dan analisis penambahan pelanggan sepuluh tahun kedepan ( Tahun 2029 )

3. Analisis dilakukan dari sumber air Ulu Sungan, Batu Malanca, dan Sarasah Air Luluh.

#### **1.4. Tujuan penelitian**

Adapun tujuan dari studi ini adalah :

1. Mengetahui upaya memenuhi kebutuhan air bersih pelanggan PDAM di Kecamatan Harau.
2. Untuk mengetahui penambahan kapasitas sumber air bersih baru di Kecamatan Harau guna memenuhi kebutuhan air bersih sampai tahun 2029

#### **1.5. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah :

**BAB I : Pendahuluan**

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

**BAB II : Tinjauan Pustaka**

Membahas tentang gambaran umum Kecamatan Harau, sumber air baku, sistem penyediaan air bersih, metode kebutuhan air, kriteria desain

**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 umum, sumber air baku, sistem transmisi, sistem distribusi, pemmasalahan yang ada, perencanaan

**BAB V : Penutup**

Membahas tentang kesimpulan dan saran

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Sumber Air Baku**

Sumber air dalam sistem penyediaan air bersih merupakan suatu komponen yang mutlak harus ada, karena tanpa sumber air bersih sistem penyediaan air bersih 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 bersih 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 bersih. ( Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Ditjen Pengelolaan Sumber Daya Air terpadu)

##### **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. ( Sumber : Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Ditjen Pengelolaan Sumber Daya Air terpadu)

### **2.1.2. Jenis Sumber Air**

Sumber air merupakan bagian dari suatu daur ulang hidrologi, secara umum sumber air dibagi menjadi beberapa kelompok. Sumber air yang ada di bumi ini meliputi :

#### **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  $CO_2$ , menjadi agresif. Air hujan yang bereaksi dengan gas  $SO_2$  dari daerah vulkanik atau daerah industri akan menghasilkan senyawa asam ( $H_2SO_4$  *acid rain* yang bersifat asam atau agresif.

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. ( Sumber : Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Ditjen Pengelolaan Sumber Daya Air terpadu)

#### **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. ( Sumber : Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Ditjen Pengelolaan Sumber Daya Air terpadu)

## **2.2. Sistem Penyediaan Air Minum**

Dilihat dari sudut bentuk dan tekniknya Sistem Penyediaan Air Bersih 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 domestic, 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 sitem penyediaan air bersih 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 2.3 dan 2.4** berikut.

**Tabel 2.3. Standar Air Minum**

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

**B. KIMIAWI**

B.1 Bahan kimia yang memiliki langsung pengaruh langsung terhadap kesehatan				
No	Parameter	Satuan	Kadar Max izin	Ket
1	Bahan <i>Anorganik</i>			
	<i>Antimon</i>	Mg/l	0,005	
	<i>Air raksa</i>	Mg/l	0,001	
	<i>Arsen</i>	Mg/l	0,01	
	<i>Barium</i>	Mg/l	0,7	
	<i>Boron</i>	Mg/l	0,3	
	<i>Kadmium</i>	Mg/l	0,003	
	<i>Kromium ( valensi 6 )</i>	Mg/l	0,05	
	<i>Tembaga</i>	Mg/l	2	
	<i>Sianida</i>	Mg/l	0,07	
	<i>Flourida</i>	Mg/l	1,5	
	<i>Timbal</i>	Mg/l	0,01	
	<i>Molybdenum</i>	Mg/l	0,07	

No	Parameter	Satuan	Kadar Max izin	Ket
	<i>Nikel</i>	Mg/l	0,02	
	<i>Nitrat (sebagai NO<sub>3</sub>)</i>	Mg/l	50	
	<i>Nitrit (sebagai NO<sub>2</sub>)</i>	Mg/l	3	
	<i>Selenium</i>	Mg/l	0,01	
2	Bahan Organik			
	<i>Chlorinated alkanes</i>			
	<i>a. Carbon tetrachloride</i>	µg/l	2	
	<i>b. Dichloromethane</i>	µg/l	20	
	<i>c. 1,2-dichloroethane</i>	µg/l	30	
	<i>d. 1,1,1- trichloroethane</i>	µg/l	2000	
	<i>Chlorinated ethenes</i>			
	<i>a. Vinyl chloride</i>	µg/l	5	
	<i>b. 1,1- dichloroethene</i>	µg/l	30	
	<i>c. 1,2- dichloroethene</i>	µg/l	50	
	<i>d. trichloroethene</i>	µg/l	70	
	<i>e. tetrachloroethene</i>	µg/l	40	
	<i>Aromatic hyfrocabons</i>			
	<i>a. benzen</i>	µg/l	10	
	<i>b. toluen</i>	µg/l	700	
	<i>c. Xylenes</i>	µg/l	500	
	<i>d. benzo[a]pyrene</i>	µg/l	0,7	
	<i>Chlorinated benzenes</i>			
	<i>a. monochlorobenzene</i>	µg/l	300	
	<i>b. 1,2- dichlorobenzene</i>	µg/l	1000	
	<i>c. 1,4 – dichlorobenzene</i>	µg/l	300	
	<i>d. Tricholobenzenes (total)</i>	µg/l	20	
	Lain –lain			

No	Parameter	Satuan	Kadar Max izin	Ket
	<i>a. di(2-ethylhexyl)adipate</i>	µg/l	80	
	<i>b. di(2-ethylhexyl)phthalate</i>	µg/l	8	
	<i>c. Acrymide</i>	µg/l	0,5	
	<i>d. Epichlorohydrin</i>	µg/l	0,4	
	<i>e. Hexachlorobutadiene</i>	µg/l	0,6	
	<i>f. Edetic acid (EDTA)</i>	µg/l	200	
	<i>g. Tributyltin oxide</i>	µg/l	2	
3	<i>Pestisida</i>			
	<i>Alachlor</i>	µg/l	20	
	<i>Aldicrab</i>	µg/l	10	
	<i>Aldrin/dieldrin</i>	µg/l	0,03	
	<i>Atrazine</i>	µg/l	2	
	<i>Bentazone</i>	µg/l	30	
	<i>Carbofuran</i>	µg/l	5	
	<i>Chlordane</i>	µg/l	0,2	
	<i>Chlorotoluron</i>	µg/l	30	
	<i>DDT</i>	µg/l	2	
	<i>1,2-dibromo-3-chloropane</i>	µg/l	1	
	<i>2,4-D</i>	µg/l	30	
	<i>1,2-dichloropropene</i>	µg/l	20	
	<i>1,3-dichloropropane</i>	µg/l	20	
	<i>Heptachlor and heptachlor epixide</i>	µg/l	0,03	
	<i>Hexachlorbenzene</i>	µg/l	1	
	<i>Isoproturon</i>	µg/l	9	
	<i>Lindane</i>	µg/l	2	

No	Parameter	Satuan	Kadar Max izin	Ket
	<i>MCPA</i>	µg/l	2	
	<i>Methoxychlor</i>	µg/l	20	
	<i>Metolachor</i>	µg/l	10	
	<i>Molinate</i>	µg/l	6	
	<i>Pendimethalin</i>	µg/l	20	
	<i>Permethrin</i>	µg/l	20	
	<i>Propanil</i>	µg/l	20	
	<i>Pyridate</i>	µg/l	100	
	<i>Simazine</i>	µg/l	2	
	<i>Trifluralin</i>	µg/l	20	
	<b><i>Chorophenoxy herbicides selain 2,4-D dan MCPA</i></b>			
	<i>Dicholoprop</i>	µg/l	100	
	<i>Fenoprop</i>	µg/l	9	
	<i>Mecoprop</i>	µg/l	10	
	2,4,5-T	µg/l	9	
4	<b><i>Desinfektan dan hasil sampingannya</i></b>			
	<i>Monochloroamine</i>	Mg/l	3	
	<i>Chlorine (Cl<sub>2</sub>)</i>	Mg/l	5	
	<i>Bromate</i>	µg/l	25	
	<i>Chlorite</i>	µg/l	200	
	<i>Chlorophenol</i>			
	<i>a. 2,4,6-trichlorophenol</i>	µg/l	200	
	<i>Formaldehyde</i>	µg/l	900	
	<i>Trihalomethanes</i>			
	<i>a. Bromoform</i>	µg/l	100	
	<i>b. Dibromochloromethane</i>	µg/l	100	
	<i>c. Bromodichloromethanel</i>	µg/l	60	

No	Parameter	Satuan	Kadar Max izin	Ket
	<i>d. Chloroform</i>	µg/l	200	
	<i>Chlorinated acetic acids</i>			
	<i>a. Dichloroacetic acid</i>	µg/l	50	
	<i>b. trichloroacetic acid</i>	µg/l	100	
	<i>Chloral hydrate</i>			
	<i>( Trichloroacetaldehyde )</i>	µg/l	10	
	<i>Halogenated acetonitriles</i>			
	<i>a. Dichloroacetonitrile</i>	µg/l	90	
	<i>b. Dibromoacetonitrile</i>	µg/l	100	
	<i>c. Trichloroacetonitrile</i>	µg/l	1	
	<i>Cyanogen chloride</i>			
	<i>( sebagai CN )</i>	µg/l	70	

## B.2 Bahan kimia yang kemungkinan dapat menimbulkan keluhan pada konsumen

1	Bahan <i>anorganik</i>			
	<i>Ammonia</i>	Mg/l	1,5	
	<i>Alumunium</i>	Mg/l	0,2	
	<i>Klorida</i>	Mg/l	250	
	<i>Tembaga</i>	Mg/l	1	
	<i>Kesadahan</i>	Mg/l	500	
	<i>Hidrogen sulfida</i>	Mg/l	0,05	
	<i>Besi</i>	Mg/l	0,3	
	<i>Mangan</i>	Mg/l	0,1	
	<i>PH</i>	Mg/l	6,5-8,5	
	<i>Sodium</i>	Mg/l	200	
	<i>Sulfat</i>	Mg/l	250	

No	Parameter	Satuan	Kadar Max izin	Ket
	Total zat padat terlarut	Mg/l	1000	
	Seng	Mg/l	3	
2	<b>Bahan organik</b>			
	<i>a. Toluena</i>	µg/l	24-170	
	<i>b. Xylene</i>	µg/l	20-1800	
	<i>c. Ethylbenzene</i>	µg/l	4-2600	
	<i>d. Styrene</i>	µg/l	10-120	
	<i>e. Monochlorobenzen</i>	µg/l	1-10	
	<i>f. 1,2-dichlorobenzen</i>	µg/l	0,3-30	
	<i>g. 1,4- dichlorobenzen</i>	µg/l	5-50	
	<i>h. Deterjen</i>	µg/l	50	

**Desinfektan dan hasil sampingannya**

	<i>a. Chlorine</i>	µg/l	600-1000	
	<i>b. 2-chlorophenol</i>	µg/l	0,1-10	
	<i>c. 2,4-dischlorophenol</i>	µg/l	0,3-40	
	<i>d. 2,4,6-trichlorophenol</i>	µg/l	2-300	

<b>C</b>	<b>RADIOAKTIFITAS</b>			
	<b>Gross alpha activity</b>	Bq/l	0,1	
	<b>Gross beta activity</b>	Bq/l	1	

No	Parameter	Satuan	Kadar Max izin	Ket
<b>D</b>	<b>FISIK</b>			
	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
<b>A.</b>	<b><i>Fisika</i></b>			
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
<b>B.</b>	<b><i>Kimia Anorganik</i></b>			
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	

No.	Parameter	Satuan	Kadar Izin	Keterangan
6.	NO <sub>3</sub> sebagai N	mg/l	10	
7.	NH <sub>3</sub> sebagai N	mg/l	0,5	
8.	<i>Arsen</i>	mg/l	0,05	
9.	<i>Kobalt</i>	mg/l	0,2	
10.	<i>Barium</i>	mg/l	1	
11.	<i>Boron</i>	mg/l	1	
12.	<i>Selenium</i>	mg/l	0,01	
13.	<i>Kadmium</i>	mg/l	0,01	
14.	<i>Khrom (VI)</i>	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.	<i>Khlorida</i>	mg/l	600	
22.	<i>Sianida</i>	mg/l	0,02	
23.	<i>Fluorida</i>	mg/l	0,5	
24.	Nitrit sebagai N	mg/l	0,06	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO <sub>2</sub> _N ≤ 1 mg/l
25.	<i>Sulfat</i>	mg/l	400	
26.	Khlorin bebas	mg/l	0,03	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
28.	Belerang sebagai H <sub>2</sub> S	mg/l	0,002	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, S sebagai H <sub>2</sub> S < 0,1 mg/l

No.	Parameter	Satuan	Kadar Izin	Keterangan
-----	-----------	--------	------------	------------

**C. Mikrobiologi**

1.	Fecal coliform	jml/100 ml	100	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal coliform $\leq$ 2000 jml/100 ml
2.	Total coliform	jml/100 ml	1000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, total coliform $\leq$ 10000 jml/100 ml

**D. Radioaktivitas**

1.	Gross – A	Bq/l	0,1	
2.	Gross – B	Bq/l	1	

<b>E. Kimia Organik</b>				
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.	Methoxyclor	$\mu\text{g/l}$	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 Bersih

#### 1. Bak Penampung

- a. Bak penampung berfungsi sebagai penampung/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.
- b. Semua sudut dinding dibuat lengkung untuk memudahkan pembersihan.
- c. Pipa keluaran (*Outlet*) ke pipa transmisi harus dipasang kira-kira 5 20 cm di atas lantai bak dan harus memakai saringan.
- d. 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 2.1 : Bak Penampung

Sumber : PDAM Lima Puluh Kota

## **2. Bak Penangkap Air**

### **a. Mata Air**

- 1) Bak penangkap air berfungsi sebagai perlindungan air
- 2) Direncanakan sederhana ekonomis dan bebas dari pencemaran.
- 3) Disarankan menggunakan beton campuran 1pc : 2ps : 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

### **b. Air Permukaan**

- 1) Bak penangkap air ditempatkan pada lokasi yang bebas dari penggerusan aliran air.
- 2) Direncanakan sederhana, ekonomis dan bebas dari pencemaran
- 3) Disarankan menggunakan konstruksi beton campuran 1pc : 2ps : 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) Dilengkapi dengan saringan kasar dan halus.

## **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**

Suatu jaringan yang berfungsi membawa air baku dari sumber ke lokasi pengolahan dan atau dari bangunan pengumpul ke titik awal jaringan distribusi.



Gambar 2.2: Jaringan Pipa Transmisi Pipa Gi Ø 250 mm

Sumber : PDAM Kabupaten Lima Puluh Kota

## 5. Pipa Distribusi

Suatu jaringan perpipaan yang berfungsi mengalirkan air bersih dari titik akhir pipa transmisi menuju daerah pelayanan.

## 6. Bangunan Pelengkap untuk Beberapa Jenis Air Bersih

### 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



Gambar 2.3 : Instalasi Pengolahan Air ( IPA )  
Sumber PDAM Kabupaten Lima Puluh Kota

## 7. 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.



Gambar 2.4 : Bak Reservoir Kap 300 M3

Sumber : PDAM Kabupaten Lima Puluh Kota

## 8. Aesories 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*.



Gambar 2.5 : *Water Meter* Distribusi

Sumber : PDAM Kabupaten Lima Puluh Kota

### **2.3. 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 system 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 factor 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

Metoda yang digunakan dalam menghitung proyeksi penduduk pada laporan ini hanya tiga metoda yaitu : **metoda arimatika, metoda geometri, metoda logaritmik, metoda eksponensial**

#### 2.4.5.1. 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 :

$$Y = a + bx \quad (2.1)$$

Dimana :

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

X = bilangan independen, bilangan yang dihitung dari tahun awal

a = konstanta

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

b = koefisien arah garis (gradien) regresi linier

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

#### 2.4.5.2. 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 :

$$Y = a \cdot X^b \quad (2.4)$$

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

$$\text{Ln } Y = \text{Ln } a + b \times \text{Ln } X \quad (.2.5)$$

Persamaan tersebut linier dalam Ln X dan Ln Y.

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

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

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

### 2.4.5.3. 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.

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

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

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

**2.4.5.4. 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 :

$$Y = a + b \cdot \text{Ln } X \dots\dots\dots 2.13$$

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

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

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

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

**2.4.5.5. 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

$y^- = Pr =$  Jumlah penduduk rata – rata

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

Pemilihan metoda proyeksi yang paling tepat jika :

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

Fungsi S dan r dalam statistic :

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

( Sumber Rumus <https://jurnal.fmipa.unila.ac.id> )

#### **2.4.2. Proyeksi kebutuhan air bersih**

##### **2.4.5.1. Kebutuhan Air Domestik**

Proyeksi kebutuhan air bersih ditetapkan dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang dapat menunjang tingkat kebutuhan air bersih, faktor-faktor tersebut antara lain :

1. Laju penambahan penduduk.
2. Aktivitas penduduk.
3. Cakupan daerah pelayanan dan rencana pelayanan.
4. Penyediaan air bersih dan pemakaian air bersih 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 2.8 berikut:

**Tabel 2.6 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 m<sup>2</sup>
  - b. Rumah Tangga 2 : Rumah tangga dengan type >21 m<sup>2</sup>
  - 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 Makan, 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.

#### **2.4.5.2. 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 2.7

**Tabel 2.7 Kebutuhan Air non Domestic**

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

#### 2.4.5.3. Kapasitas Dan Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih

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.

$$Q_{max} = f_{max} \times Q_{av} \dots \dots \dots (2.1)$$

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.

$$Q_{peak} = f_{peak} \times Q_{max} \dots \dots \dots (2.2)$$

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 bersih

Yaitu fluktuasi kebutuhan air bersih 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.

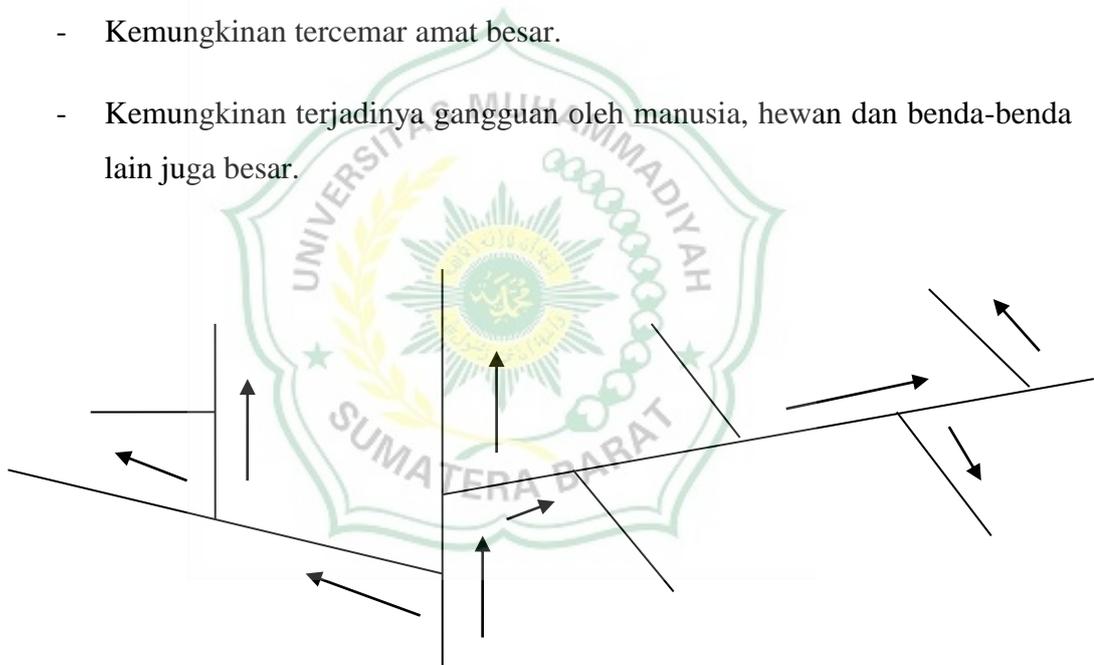
### 2.4.3. Sistem Transmisi

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:

- Harus mengikuti kontur
- Kemungkinan kehilangan air sangat besar
- Kemungkinan tercemar amat besar.
- Kemungkinan terjadinya gangguan oleh manusia, hewan dan benda-benda lain juga besar.



***gambar 2.6 saluran terbuka***

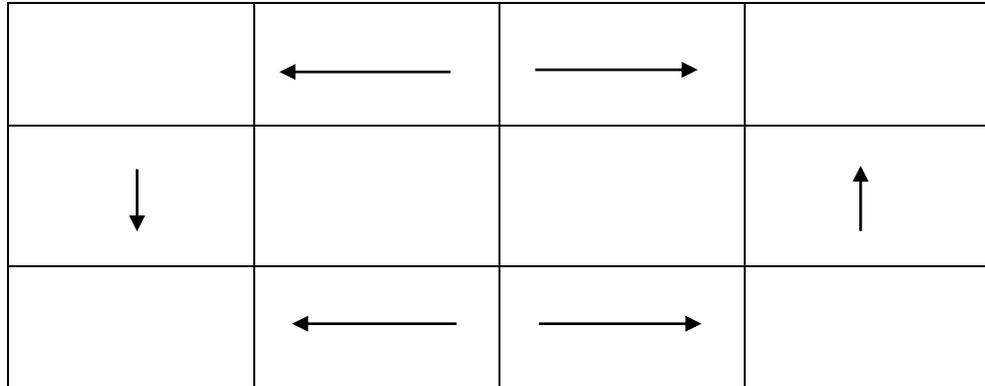
Sumber : google proposal proyek akhir prima kurnia sari, 2011

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

- a. Tidak dipengaruhi oleh tekanan udara, tapi dipengaruhi oleh tekanan hidrostatik.

b. 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, 2011

Pemilihan bahan pipa berdasarkan:

- Diameter
- Kekuatan dan daya tahan
- Tekanan
- Ketahanan terhadap lingkungan (korosifitas)
- Kemudahan dalam pengadaan, pengangkutan dan pemasangan
- Harga dan biaya pemeliharaan
- Kekasaran pipa.

Perletakan pipa harus mempertimbangkan:

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

Langkah – langkah untuk perletakan pipa:

1. Pelajari peta situasi:
  - Penggunaan lahan
  - Jalur jalan umum
  - Peta topografi dan kontur.
2. Rencana awal perletakan
3. Survei lapangan
4. Konfirmasi lapangan guna mencocokkan point 1 dan 3
5. Pengukuran profil panjang dan melintang
6. 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*):

$$Q = 0,2785 C D^{2,63} S^{0,54} \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana:

- Q = debit (m<sup>3</sup>/detik)
- C = koefisien kekasaran pipa
- D = diameter pipa (m)
- S = slope

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

$$h_f = f \frac{L}{D} \left( \frac{v^2}{2g} \right) \dots\dots\dots(2.4)$$

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/detik<sup>2</sup>)

### 3. Peralatan dan Perlengkapan Sistem Transmisi

#### a. Bak Pelepas Tekan

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

- 80 meter untuk jenis pipa besi (*galvanis iron*)
- 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. Penempatannya 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.

#### **2.4.4. Sistem distribusi air bersih**

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, karena
- 3) 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).

**2.4.5. Hidrolika Aliran dalam Pipa**

**2.4.5.1. 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

$$h_1 = f \frac{L.v^2}{2gD} \dots\dots\dots ( 2.5)$$

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 gravitasi (m/dt)

b. Hazen William

$$h_1 = \frac{v^{1,85} \cdot L}{(1,318C_H)^{1,85} \cdot R^{1,17}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

- h<sub>1</sub> = kehilangan tinggi tekan (m)
- L = panjang pipa(m)
- R = jari-jari hidrolis(m)
- v = kecepatan aliran fluida(m/ dt)
- C<sub>H</sub> = koefisien hazen william

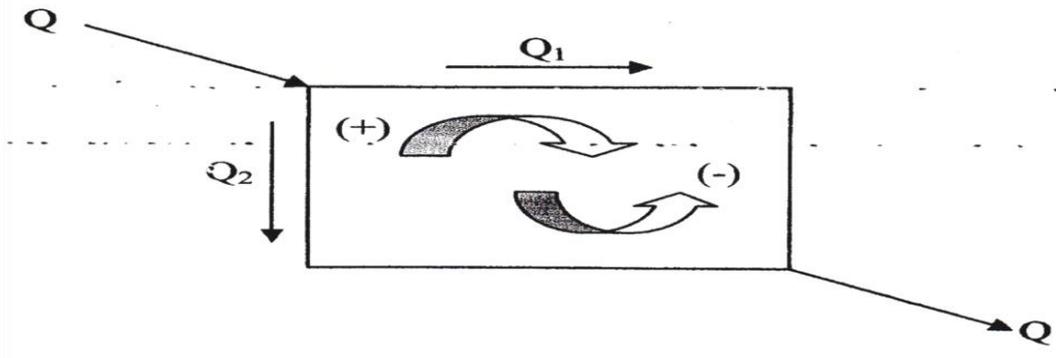
**2.4.5.2. Analisis Aliran pada Jaringan Pipa dengan Metode Hardy Cross**

Analisis 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 :

$$H_1 = K \cdot Q^n \dots\dots\dots (.2.7)$$

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 di lihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Loop Sederhana

Sumber : google proposal proyek akhir prima kurnia sari, 2011

Analisis dimulai dengan asumsi  $Q_1$  (+) dan  $Q_2$  (-). Jika asumsi benar, maka  $hf_1 - hf_2 = 0$ , jika tidak maka dilakukan koreksi dengan  $\Delta Q$  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 :

$$\Delta = \frac{\sum hf}{n' \sum \frac{hf}{Q}} = \frac{\sum K_1 Q^n}{n' \sum Q^{n-1}} \dots \dots \dots 2.23$$

Dimana :

$\Delta$  = koreksi aliran

$Q$  = debit air (m<sup>3</sup>/dt)

$hf$  = kehilangan tinggi tekan (m)

$K$  = konstanta

$n'$  = faktor kekasaran pipa

Koreksi yang sama harus di terapkan 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.

## 2.4. Kriteria Desain

### 2.5.1. Kriteria Kuantitas/Kebutuhan Air

Pengelompokkan kategori kebutuhan air berdasarkan Standar Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Air Minum dapat dilihat 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 perbelanjaan
  - 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 Sistem 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 minum 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 Bersih**

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 Bersih

#### 4.1 Intake

1. Saringan *Bell Mouth*
  - a. Kecepatan air melalui lubang saringan ( $vLs$ ) = (0,15-0,3) m/dt
  - b. Diameter bukan lubang ( $dbL$ ) = 6 mm – 12 mm
  - c. *Area gross* /luas total jaringan ( $A_g$ ) = 2 x luas efektif saringan
  - d. 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
  - a. Kecepatan air di pipa hisap = (1-1,5)m/dt
  - b. Beda tinggi dari muka air minimum ke pusat pompa  $\leq 3,7$ m
  - c. Jika muka air > dari muka air minimum maka jarak pusat pompa ke muka air tersebut tidak boleh < 4 m.
4. Sumur Pengumpul
  - a. Terdiri dari dua sumur pengumpul,satu beroperasi dan satunya lagi sebagai cadangan
  - b. 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

\*Schulz – Okun, Newyork, 1984

#### 4.3 Koagulasi

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

1. Gradien Kecepatan/  $G$  ( $dt^{-1}$ ) = (200-1200) detik<sup>-1</sup>
2.  $T_d$  (detik) = (30 – 120) detik<sup>-1</sup>

\*Schulz – Okun, Newyork, 1984

#### 4.4 Flokulasi

Kriteria desain untk unit *flkokulasi*\* adalah seperti berikut :

1. Gradien Kecepatan/  $G$  ( $dt^{-1}$ ) = (200-1200) detik<sup>-1</sup>
2.  $T_d$  (detik) = (30 – 120) detik<sup>-1</sup>

\*Schulz – Okun, Newyork, 1984

#### 4.5 Sedimentasi

Kriteria desain untk 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

\*Schulz – Okun, Newyork, 1984

#### 4.6 Inlet dan Outlet

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

1. *Weir loading*  $\leq 25 \text{ m}^3/\text{jam m}$
2. Kecepatan di *flume* dan *orifice* = (0,15 – 0,4) m/dt
3. Jarak antara v – notch = (15 - 30) cm

#### 4.7 Filtrasi

Kriteria desain yang di gnakan adalah :

1. Luas area filter maksimum  $200 \text{ m}^2$

Kriteria desain untuk kehilangan tekanan pada media pasir dan penyangga

2. *Effective size* (ES) = (0,45 – 0,8)
3. *Uniform coefficient* (UC) = 1,3 – 1,7
4. *Sphericity* ( $\phi$ ) = 0,73 - 1
5. Porositas (f) = 0,4 – 0,5
6. Kecepatan *filtrasi* = (0,3 – 0,6) m/dt
7. Tebal media pasir = minimum 300 mm
8. Tebal media krikil = (10 – 24) inchi
9. Konstan krikil = 10 - 24
10. Diameter krikil =  $> 3/64$  inchi
11. Perbandingan ukuran tiap lapisan = 2 : 1

Kriteria desain kehilangan tekanan pada saat *under drain* :

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

#### 4.8 Unit Kimia

Kriteria desain untuk koagulan ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ )

1. Dosis  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  = (5 – 50) mg/l
2. PH = 6 - 8
3.  $\phi$  pipa plastik = (0,6 – 13 )cm

Kriteria desain ntuk desinfektan ( $\text{Ca}(\text{OCI})_2$ )

1.  $\phi$  pipa plastik = (0.6 – 13)cm
2. Cl sisa = (0,2 - 0,4) mg/L
3. 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* diletakkan 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 *menhole*

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) m<sup>3</sup>
2. Untuk tipe *elevated reservoir*, kapasitasnya : (300, 500 dan 750) m<sup>3</sup>
3. Ketinggian *elevated* 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* statis yang tersedia  $\leq 80$  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  $\leq 50$  mm
  - b. Kecepatan sama dengan pipa utama
  - c. Sisa tekan 6 m
  - d. Penyadapan dilakukan dengan *clump saddle*

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Metode Penelitian**

Pada penelitian ini penulis memakai metode penelitian kuantitatif untuk mengetahui produksi air bersih di wilayah Kecamatan Harau dan perencanaan Sistem Jaringan Pipa Transmisi untuk kebutuhan air bersih di kecamatan Harau Kabupaten Limapuluh Kota 10 ( sepuluh ) Tahun kedepan.

#### **3.2 Lokasi Penelitian**

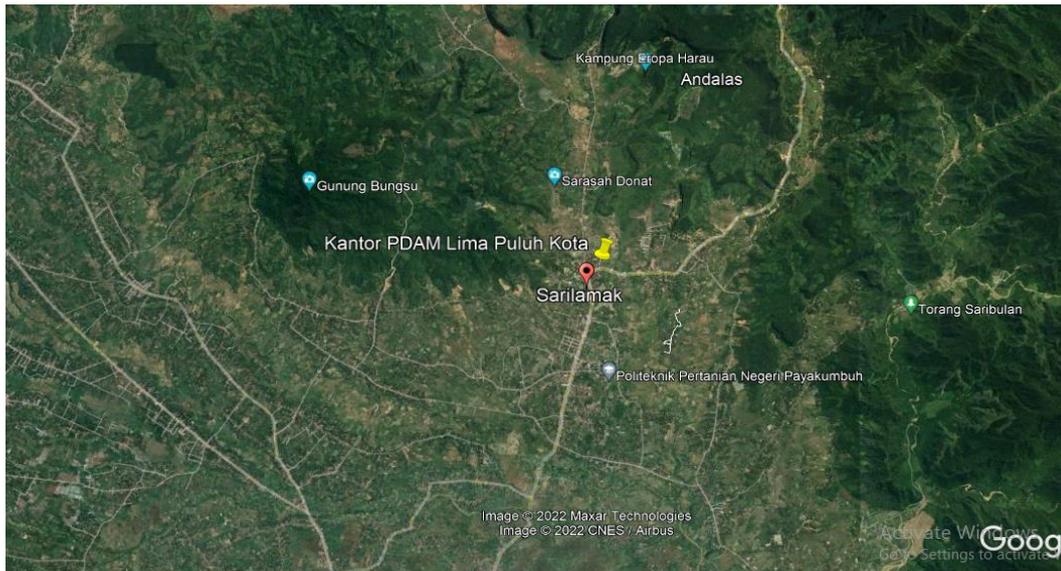
Pelaksanaan penelitian mengambil lokasi di Kecamatan Harau Kabupaten Limapuluh Kota. Kecamatan Harau yang merupakan ibu kota Kabupaten Lima Puluh Kota, kawasan ini mempunyai potensi untuk berkembang, guna mendukung peningkatan ekonomi masyarakat karena mempunyai komoditi perkebunan, pertanian, peternakan dan perikanan

Letak Geografis, batas dan luas wilayah kecamatan Harau sebagai berikut:

Luas Wilayah	: 416.80 Km <sup>2</sup>
Sebelah Utara	: Kecamatan Pangkalan Koto Baru
Sebelah Selatan	: Kecamatan Payakumbuh
Sebelah timur	: Propinsi Riau
Sebelah barat	: Kecamatan Mungka

Secara administrasi Kecamatan harau terdiri atas beberapa nagari dan jorong dapat dilihat pada gambar berikut ini

Berikut peta kecamatan harau yang dapat dilihat pada gambar 3.1



Sumber : *Google earth 2022*

Gambar 3.1 Peta lokasi Studi

### 3.2. Data Penelitian

Data penelitian dapat diperoleh dari PDAM kabupaten Lima Puluh Kota, Instansi instansi terkait, data tersebut meliputi :

1. Data kependudukan.
2. Data potensi ketersediaan air.
3. Data jumlah pemakaian air
4. Data data pendukung lainnya yang dianggap perlu.

#### 3.2.1 sumber data

Sumber data dari PDAM Kabupaten Lima Puluh Kota dan dari instansi instansi terkait. Variabel yang diperlukan dalam penelitian ini adalah jumlah kebutuhan air, Kapasitas Produksi, Pelanggan aktif PDAM, Perencanaan sistem penyediaan air minum.

#### 3.2.2 Teknik 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 laporan.

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 yang didapat merupakan data sekunder yang didapat dari PDAM Kabupaten Limapuluh Kota yang terdiri dari :

a. Data jumlah kebutuhan air minum pelanggan aktif PDAM di Kecamatan Harau Kabupaten Limapuluh Kota sampai tahun 2021

b. Data jumlah Pelanggan aktif PDAM Kabupaten Limapuluh Kota sampai tahun 2021

c. Data debit aliran dari sumber air baku PDAM

d. Data kapasitas produksi PDAM Kabupaten Limapuluh Kota

e. Data kualitas produksi PDAM Kabupaten Limapuluh Kota

f. Data Luas Daerah Kecamatan Harau

3. Analisis data

a. Analisis kebutuhan air bersih.

Air bersih sangat diperlukan oleh kalangan penduduk sebagai salah satu sumber untuk kelangsungan hidup. Seperti halnya di daerah Kecamatan Harau, seiring pertambahan penduduk dan pembangunan fasilitas pemerintahan maupun swasta maka akan meningkat pula kebutuhan air bersih untuk saat ini maupun yang akan datang. Sehingga pertambahan kebutuhan air bersih harus diperhitungkan dengan baik. Perhitungan kebutuhan air bersih PDAM Kabupaten Limapuluh 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 minum PDAM Kabupaten Limapuluh Kota di Kecamatan Harau, 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.

### **3.3. Metode Analisis Data**

Untuk menentukan kebutuhan air bersih pada masa akan datang pada masing masing zona perlu terlebih dahulu diperhatikan keadaan pertumbuhan penduduk yang ada pada saat ini dan proyeksi jumlah penduduk pada masa mendatang adapun analisis yang akan dilakukan yaitu :

1. Perhitungan rata rata pertumbuhan penduduk di Kecamatan Harau , empat tahun terakhir dan sampai dengan tahun 2021 berdasarkan jumlah dan kepadatan penduduk di wilayah Kecamatan Harau.
2. Memprediksi / memproyeksi jumlah penduduk di kecamatan harau sampai tahun 2029 dengan menggunakan metode pilihan yang menghasilkan koefisien korelasi diantara perhitungan, metode sebagai berikut :
  - a. Metode Geometrik.
  - b. Metode Aritmatik.
  - c. Metode Regresi Linier.

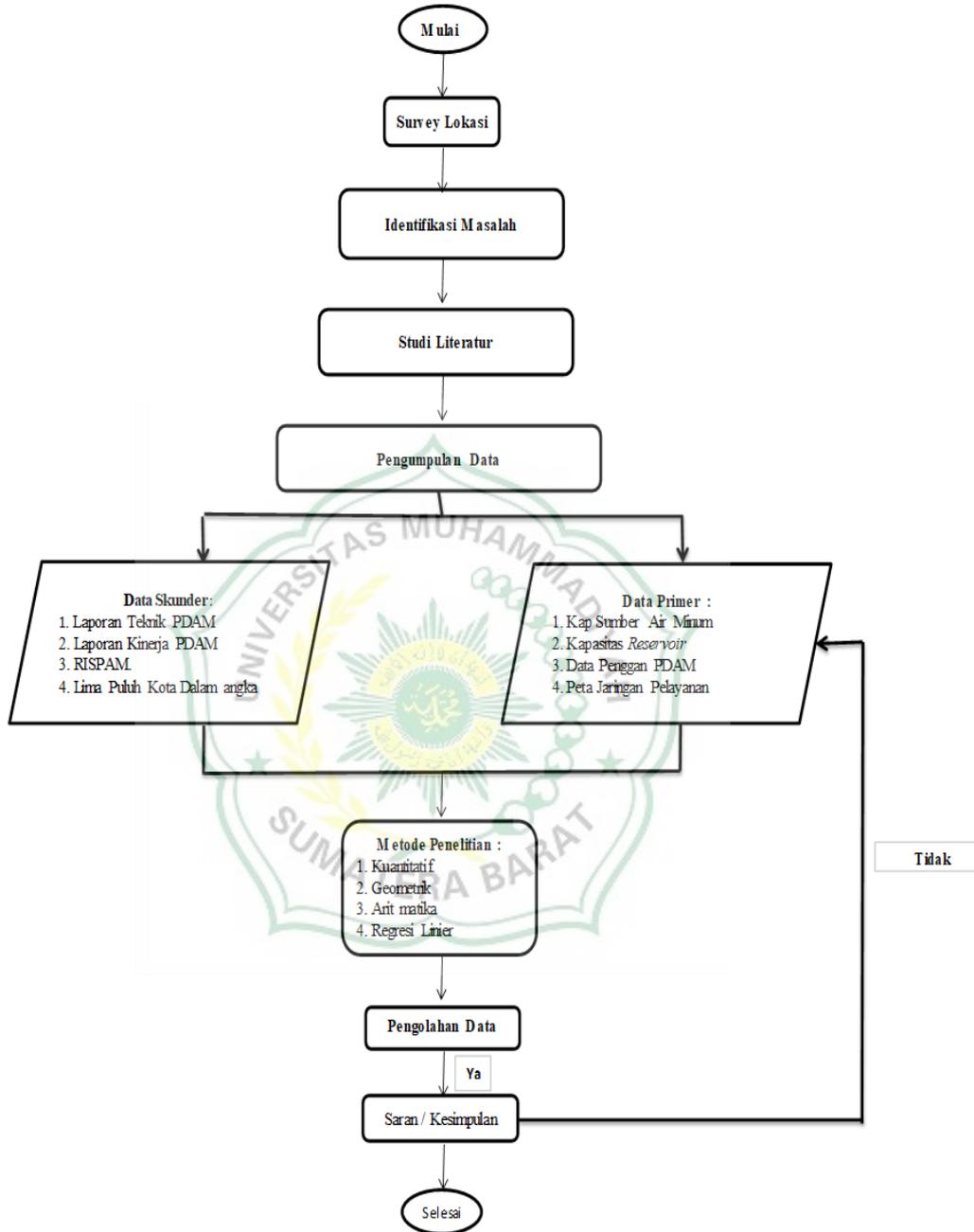
### **3.4. Bagan alir penelitian**

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.

## Bagan Alir Penelitia

Tahap-tahap penyusunan laporan dalam bentuk diagram alir.



Gambar 3.4. Diagram Alir

**BAB IV**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Perhitungan**

1. Data Penduduk

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

Tabel 4.1 Jumlah Penduduk Kecamatan Harau 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 : Limapuluh Kota Dalam Angka 2022

2. *Exsisting* PDAM Kecamatan Harau

Sumber air baku yang diolah PDAM Kecamatan harau dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.2 Sumber Air Baku PDAM kecamatan Harau

No	Nama Sumber air	Kapasitas ( L/dt )
1	Sarasah Air Luluh Harau	20
2	Ulu Sungan Solok Bio Bio	20
3	Batu Malanca	20
	<b>Jumlah Total</b>	<b>60</b>

Sumber : PDAM Lima Puluh Kota 2021

Tabel 4.3 Persentase Pelayanan air bersih Kecamatan Harau

No	Uraian	Penduduk ( Jiwa )	Layanan ( % )
1	Penduduk Administrasi Kecamatan Harau	56.159	47
2	Penduduk Daerah layanan PDAM di Kec harau	44.433	60

Sumber data : PDAM Lima Puluh Kota 2021

Tabel 4.4 Data Pelanggan PDAM Kecamatan Harau 5 Tahun terakhir

No	Jenis Pelanggan	Tahun				
		2017	2018	2019	2020	2021
1	<b>Pel Domestik</b>					
	- Rumah Tangga	1.719	2.137	2.525	4.080	5.931
2	<b>Pel Non Domestik</b>					
	-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
	<b>Jumlah Pelanggan Non Domestik</b>	<b>594</b>	<b>613</b>	<b>752</b>	<b>741</b>	<b>785</b>
	<b>Jumlah Domestik dan Non domestik</b>	<b>2.313</b>	<b>2.750</b>	<b>3.250</b>	<b>4.821</b>	<b>6.716</b>

Sumber PDAM Kabupaten Limapuluh Kota 2021

#### A. Analisis Data

##### 1. Prediksi Jumlah Penduduk

Untuk menentukan kebutuhan air bersih pada masa mendatang di kecamatan Harau 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 Harau 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 Kabupaten Lima Puluh Kota Dalam Angka tahun 2017 sampai 2021 dengan prediksi hingga tahun 2029, Di bawah ini perhitungan ketiga Metode tersebut

Tabel 4.5 Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Harau 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 Harau 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 ) :

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

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

$$r = 0.26$$

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

### 1. Metode Geometrik

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

$$P_{21} = P_{17} \times (1 + 0,26)^{(2021-2017)}$$

$$P_{21} = 56.159 \times (1 + 0,26)^5$$

$$P_{17} = P_{21} / (1 + 0,26)^5$$

$$P_{17} = 56.159 / (1 + 0,26)^5$$

$$P_{17} = 17.684 \text{ Jiwa}$$

### 2. Metode Aritmatik

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

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

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

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

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

$$P_n = 56.159 + (1087) (2017 - 2021)$$

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

### 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 <sup>2</sup>
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
Juml	15	268.149	819.536	55

Sumber : perhitungan 2022

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

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

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

$$a = 49.103,1$$

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

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

$$b = 1.508,9$$

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

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

$$Y_n = 49.103,1$$

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

- a. Proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk kecamatan Harau Metode Geometrik.

Perkiraan jumlah penduduk Kecamatan harau 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 Harau 2029

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
<b>Jumlah</b>			<b>5.435</b>	<b>10,401</b>

Sumber : Perhitungan 2022

Proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk tahun 2021 – 2029 adalah

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

$$r = 2,6 \%$$

Pertumbuhan jumlah penduduk dari tahun 2021 - 2029 adalah :

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

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

$$= 72 .592703 = 72.593 \text{ jiwa ( Tahun 2029 )}$$

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

Tabel 4.8 Prediksi Pertambahan Jumlah Penduduk Kecamatan Harau 2022 – 2029

No	Tahun	Jumlah	Pertambahan	
			Jiwa	%
1	2020	56.159	-	-
2	2021	57.619	1.460	2,6
3	2021	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				<b>23,4</b>

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

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

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

$$= 2,6 \%$$

## 2. Prediksi Pertambahan Pelanggan PDAM

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 bagian pelanggan selama 5 tahun terakhir dari 11 nagari yang terlayani di Kecamatan Harau tahun 2017 – 2021.

Tabel 4.9 Data Pelanggan PDAM 5 Tahun Terakhir

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

Sumber : PDAM Kab Lima Puluh Kota 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
<b>Jumlah</b>			<b>4.680</b>	<b>96,48</b>

Sumber : PDAM Kabupaten Lima Puluh kota 202

Terjadinya peningkatan pertambahan pelanggan yang terjadi pada tahun 2018 dan 2019 dikarenakan pada tahun 2018 ada kegiatan program hibah bagi

masyarakat Berpenghasilan rendah ( MBR ) sebanyak 1.090 Unit dan tambahan dari program Dana Alokasi Khusus ( DAK ) sebanyak 1.271 Unit

Pada tahun 2019 juga ada program Masyarakat Berpenghasilan Rendah ( MBR ) dari kementerian PUPERA sebanyak 1.500 Unit juga ada tambahan dari pemasangan sambungan air regular

Persentase Pertumbuhan jumlah pelanggan rumah tangga :

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

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

$$r = 24,12 \%$$

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

$$= 6.399 ( 1 + ( 0,2412 ) )^{10}$$

$$= 55\ 230\ 269 \text{ Jiwa} : 4 \text{ Jiwa / rumah} = 13.807 \text{ Sambungan Rumah}$$

( 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	Unit	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
<b>Jumlah</b>			<b>29</b>	<b>29,46</b>

Sumber : Perhitungan 2022

Persentase pertambahan jumlah sekolah

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

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

$$r = 7,365 \%$$

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

$$= 108 (1 + (0,07365))^{10}$$

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

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

c. Pelanggan Pemerintah

Tabel 4.12 Pelanggan Pemerintah

No	Tahun	Unit	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
<b>Jumlah</b>			<b>8</b>	<b>13,72</b>

Sumber : Perhitungan 2022

Persentase Pertumbuhan Jumlah Pemerintah

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

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

$$r = 3,43 \%$$

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

$$= 61 (1 + (0,0343))^{10}$$

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

Berdasarkan hasil perhitungan diatas penambahan pelanggan Pemerintah meningkat dari 61 Sambungan rumah pada tahun 2021 menjadi 130 Unit pada tahun 2029.

d. Pelanggan Sosial

Tabel 4.13 Pelanggan Sosial

No	Tahun	Unit	Pertumbuhan 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

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

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

$$r = 19,67 \%$$

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

Berdasarkan hasil perhitungan diatas penambahan pelanggan Satatus Sosial mengalami kenaikan pada tahun 2029 sebanyak 68 Unit

e. Pelanggan Niaga

Tabel 4.14 Pelanggan Niaga

No	Tahun	Unit	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
<b>Jumlah</b>			<b>222</b>	<b>36,01</b>

Sumber : Perhitungan 2022

Persentase Pertambahan Jumlah Pelanggan Niaga

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

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

$$r = 9,00 \%$$

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

Berdasarkan hasil perhitungan diatas pertambahan pelanggan Sataus Niaga mengalami kenaikan pada tahun 2029 sebanyak 1.600 Unit

Dari perhitungan diatas jumlah pelanggan PDAM Kecamatan Harau tahun 2029 sebagai berikut :

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

### 3. Prediksi Kebutuhan Air Bersih menurut jumlah pelanggan PDAM daerah pelayanan Kecamatan Harau pada tahun 2029

Prediksi kebutuhan air minum berdasarkan masing masing jenis pelanggan daerah pelayanan Kecamatan harau.sebagai berikut :

#### a. Pelanggan Domestik

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

#### b. Pelanggan Non Domestik ( Kn )

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

#### 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 tambahan air bersih pada 10 Tahun kedepan ( Pr )**

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

**f. Kehilangan Air ( Lo )**

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

Perhitungan kebutuhan air berdasarkan jumlah penduduk jenis pelanggan Kecamatan Harau diatas dapat dilihat pada tabel 4. 15 dibawah ini :

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

Sumber : Perhitungan 2022

**g. Kebutuhan Harian Maksimum**

$$\begin{aligned} Ss &= f1 \times Pr \\ &= 1,1 \times 51,80 \text{ Liter /detik} \\ &= 56,98 \text{ Liter / detik} \end{aligned}$$

**h. Pemakaian air pada jam puncak**

$$\begin{aligned} \text{Debit Waktu Puncak} &= f2 \times Pr \\ &= 1,5 \times 51,80 \text{ Liter / detik} \\ &= 77,7 \text{ Liter /detik} \end{aligned}$$

Kebutuhan air minum untuk daerah pelayanan Kecamatan Harau 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. Analisis Terhadap Cakupan Pelayanan Air Bersih

Cakupan target pelayanan air bersih dari PDAM diambil 80 % jumlah penduduk, adapun 20 % jumlah penduduk diharapkan mencukupi sendiri kebutuhan air bersih dari sumur, mata air dan lain lain, maka prediksi cakupan pelayanan air bersih PDAM Kecamatan Harau pada tahun 2029 sebagai berikut :

- a. Analisis Terhadap Cakupan Pelayanan Air Minum Kecamatan Harau

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

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 )

$$\begin{aligned} Pr &= SI + Kn + Sb + Pp \\ &= 55.230 + 48510 + 340 + 780 \\ Pr &= 104.860 \text{ Jiwa} \end{aligned}$$

**Cakupan Pelayanan kecamatan Harau tahun 2029**

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

Cakupan pelayanan PDAM pada tahun 2029 di Kecamatan Harau baru mencapai 53,97 % dengan jumlah nagari yang dilayani sebanyak 11 Nagari, sehingga cakupan pelayanan masih di bawah standar nasional yaitu 80% dari jumlah penduduk

**5. Analisis Ketersediaan dan kebutuhan air bersih yang akan didistribusikan di kecamatan harau**

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

Tabel 4.16 Data Sumber air bersih PDAM Kecamatan Harau

No	Nama Air Baku	Instansi Pengolahan Air ( IPA )	Kapasitas Produksi air ( L/dt )
1	Ulu Sungan	IPA Lengkap	20
2	Batu Malanca	IPA Lengkap	20
3	Air Luluh	SPC ( Saringan Pasir Cepat )	20
<b>Jumlah Total Kapasitas</b>			<b>60</b>

Sumber : PDAM Kabupaten Lima Puluh Kota 2021

Dengan menjumlahkan kebutuhan air bersih dari hasil perhitungan proyeksi jumlah penambahan pelanggan tahun 2021 diwilayah kecamatan harau

sebanyak 60 Liter /detik dan di tahun 2029 di wilayah kecamatan harau ( 51,80 Liter /detik ), maka didapat total kebutuhan air bersih sebesar 111,8 Liter /detik

Tabel 4.17 Prediksi Debit Produksi kebutuhan air bersih yang diolah

Unit Pelayanan	Kapasitas Produksi IPA	Q Kebutuhan Air ( Liter / detik)
	1. Batu malanca 2. Ulu sungan 3. SPC Harau ( Liter /Detik )	
Kecamatan Harau	60	51,80
		60
<b>Total prediksi</b>		<b>111,8 L/d</b>

Sumber : Perhitungan 2022

Berdasarkan data dari PDAM Kabupaten Lima Puluh Kota sebagai yang melayani Kecamatan harau total kapasitas produksi yang diproduksi saat ini adalah 60 Liter /detik, sedangkan debit produksi yang direncanakan berdasarkan proyeksi penambahan jumlah pelanggan di kecamatan harau dengan jumlah nagari 11 nagari adalah 51,80 Liter / detik, Maka dapat disimpulkan ketersediaan air bersih saat ini tidak memenuhi kebutuhan air bersih hingga tahun 2029 nantinya.

#### 6. Analisis Kapasitas reservoir kecamatan harau

Kapasitas reservoir yang ada saat ini yaitu 700 M3 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

Kebutuhan rata rata = konsumsi air harian rata rata + Lo

= 51.800 + 10.360

= 62.16 Liter /detik

### **Keterangan**

- . 1 M<sup>3</sup> = 1000 liter
- . 1 hari = 24 jam
- . 24 jam = 86.400 detik

$$\begin{aligned}\text{Sehingga kebutuhan air harian} &= 62.16 \text{ Liter /detik} \\ &= \frac{62.160}{1000} \times 86400 \text{ detik} \\ &= 5370,624 \text{ M}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan Reservoir} &= 5370,624 \times 20 \% \\ &= 1074,125 \text{ M}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kekurangan Kapasitas reservoir} &= 1074,125 \text{ M}^3 - 700 \text{ M}^3 \\ &= 374,125 \text{ M}^3\end{aligned}$$

Berdasarkan prediksi daya tampung reservoir yang ada di 3 ( tiga ) sumber air baku diatas yang saat ini berkapasitas 700 M<sup>3</sup>, tidak mencukupi lagi untuk kebutuhan air bersih hingga tahun 2029, Kapasitas yang ada sekarang ini hanya mampu untuk melayani pelanggan tahun 2022 ini saja

### **4.2 Pembahasan hasil Perhitungan**

#### 1. Perencanaan Kebutuhan sumber air Baku baru

Setelah dilakukan perhitungan maka perlu untuk direncanakan sumber air baku baru, sumber air baku baru yang direncanakan bernama Lubuak sati yang terletak di nagari harau. Dengan kapaitas rencana 100 L/detik diameter Pipa 250 mm sepanjang 3600 m, untuk memenuhi kebutuhan air bersih di tahun 2029 mendatang juga membangun kekurangan volume reservoir sebesar 400 M<sup>3</sup>

Gambar perencanaan pipa transmisi sumber air baru yang berasal dari lubuak sati bisa di lihat pada gambar 4.1 di bawah



Gambar 4.1 Peta Lokasi rencana Pelayanan air bersih



## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

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

1. Kebutuhan air bersih berdasarkan penambahan jumlah pelanggan pada daerah Kecamatan Harau untuk proyeksi pada tahun 2029 tidak mencukupi lagi dikarenakan penambahan pelanggan yang cukup tinggi
2. Ketersedian sumber air baku Ulu Sungan, Batu Malanca dan Air Luluh Harau hanya bisa untuk mencukupi pelayanan sampai 2022 ini saja karena total kapasitas nya tinggal / tersisa hanya 8,02 Liter / detik. Dapat dilihat pada tabel 4.4
3. Prediksi Kapasitas air bersih tambahan untuk sampai tahun 2029 di kecamatan harau sebanyak sebagai berikut :

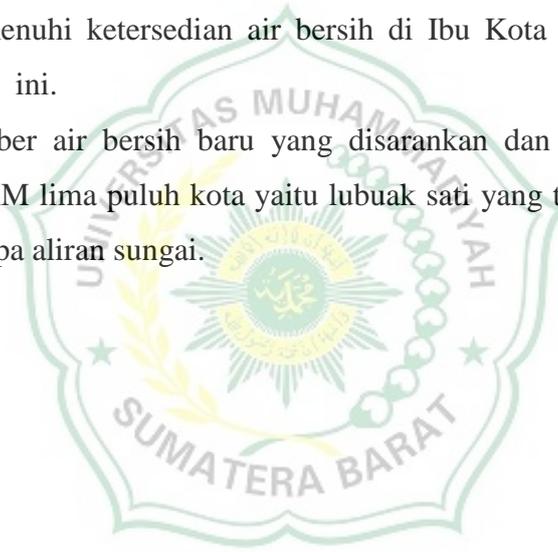
a Pelanggan Domestik	: 51,14 Liter / detik
b Pelanggan Non Domestik	: 0,59 Liter / detik
c Pelanggan Sosial	: 0,03 Liter / detik
d Pelanggan Pemerintah	: 0,05 Liter / detik
<b>Jumlah Total Kebutuhan</b>	<b>: 51,80 Liter / detik</b>

4. Pembagunan Kapasitas *reservoir* untuk pelayanan air bersih di kecamatan harau yang ada saat ini 700 M<sup>3</sup>, sudah terjadi kekurangan daya tampung untuk sampai tahun 2029 sebesar 374,125 M<sup>3</sup>
5. Direncanakan penambahan pembangunan sumber air bersih baru kapasitas 100 l/dt dan dengan pipa transmisi diameter 300 mm sepanjang 3500 m

## B. Saran

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

1. Kebutuhan air bersih semakin meningkat setiap tahunnya, Khususnya untuk Wilayah Ibu kota Kabupaten Lima Puluh Kota, Untuk meminimalkan kekurangan air maka perlu dilakukan efisiensi pemakaian air dan menekan angka kehilangan air ( Lo )
2. Dibutuhkan penambahan sumber air baku baru untuk melayani kebutuhan air bersih di kecamatan harau
3. Diharapkan peran serta Pemerintah daerah Kabupaten Lima Puluh Kota dan peran masyarakat kecamatan harau dalam rangka mendukung memenuhi ketersediaan air bersih di Ibu Kota Kabupaten Limapuluh Kota ini.
4. Sumber air bersih baru yang disarankan dan sudah di survey oleh PDAM lima puluh kota yaitu lubuak sati yang terletak di nagari harau berupa aliran sungai.



## DAFTAR PUSTAKA

- ARIEF, B. (2020). Pembuatan alat uji rugi – rugi aliran dalam pipa sirkulasi tertutup secara *horizontal* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat).
- Agung, A. (2021). Sistem operasi dan pemeliharaan Instalasi Pengolahan air IKK Jatinom PDAM Tirta Merapi Kab Klaten dalam penurunan kadar *Fe dan Mn* (Doctoral dissertation, Universitas Widya Dharma Klaten).
- Astari, S., & Iqbal, R. Keandalan saringan pasir lambat dalam pengolahan air *reliaty of slow sand filter for water treatment*.
- Bless, D. P. D. Analisis peran serta masyarakat dalam pengelolaan penyediaan air bersih distrik Abepura.
- Bhagaskoro, R. G. E. (2016). Kajian ketersediaan dan kebutuhan air minum untuk masyarakat Kabupaten Purworejo (Doctoral dissertation, Universitas pGadjah Mada).
- Dewi, S. (2018). Menentukan Distribusi Representatif Frekuensi Curahan Hujan Harian Maksimum Dengan Metode histogram Dan Metode Parametik Di Provinsi Sumatera Barat. *Rang Teknik Journal*, 1(1).
- Juvano, R. A., Yermadona, H., & Yusman, A. S. (2022). Tinjauan perencanaan jaringan perpipaan distribusi air bersih di Kenagarian Taram Kecamatan Harau. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), 147-153.
- Kurniawan, N., Dedy Wahyudi, S. T., & Terguh Putranto, S. T. (2015). Studi pemodelan posisi pipa gas buang bawah air pada kapal patroli 60M (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surabaya).
- Marta, A., Yusman, A. S., & Harahap, R. (2021). Kebutuhan air minum Nagari Malampah Kecamatan Tigo Nagari Kabupaten Pasaman. *Akselerasi*, 2(2).

Nasution, Agustina, Denny Helard, and Shinta Indah. "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 (2021): 213-228.

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.

Yusman, A. S. (2018). Aplikasi Metode Normal Ratio dan Inversed Square Distance untuk Melengkapi Data Curah Hujan Kota Padang yang Hilang. *Menara Ilmu*, 12(9).

