

**EVALUASI PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR BERSIH  
PDAM TIRTA DELI  
KECAMATAN LUBUK PAKAM  
KABUPATEN DELI SERDANG**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh*

*Gelar Sarjana di Fakultas Teknik*

*Universitas Medan Area*

**OLEH :**

**ANADIYA NADIRA NASUTION**

**178110009**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2021**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 16/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)16/12/21

**EVALUASI PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR BERSIH  
PDAM TIRTA DELI  
KECAMATAN LUBUK PAKAM  
KABUPATEN DELI SERDANG**

**SKRIPSI**

Oleh:

**ANADIYA NADIRA NASUTION**

**178110009**

Disetujui:

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. H. Edy Hermanto, MT



Ir. Nurmaidah, MT

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi

Universitas Medan Area

Teknik Sipil



Dr. Ir. Dina Maizana, MT



M. Kom.

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Anadiya Nadira Nasution

NPM : 178110009

Judul : Evaluasi Perhitungan Kebutuhan Air Bersih PDAM Tirta Deli  
Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang

Menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya sendiri. Adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 14 Januari 2021



Anadiya Nadira Nasution

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

### TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

---

Sebagai sivitas akademik universitas meda area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Anadiya Nadira Nasution  
Npm : 178110009  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalty Non –Eksklusif (*non-exclusive royalty free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

#### **EVALUASI PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR BERSIH PDAM TIRTA DELI KECAMATAN LUBUK PAKAM KABUPATEN DELI SERDANG**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan Hak Bebas Royalty Non Eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media / format, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat danmempublikasikan Tugas Akhir/Skripsi/Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat Di : Medan  
Pada Tanggal : 14 Januari 2021  
Yang menyatakan



Anadiya Nadira Nasution

## ABSTRAK

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) merupakan salah satu unit usaha milik daerah yang bergerak dalam distribusi air bersih bagi masyarakat umum. Seiring perkembangan zaman yang semakin maju dan semakin bertambahnya jumlah penduduk di dunia secara khususnya di daerah Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Sedang, maka ketersediaan air bersih merupakan salah satu objek kepentingan yang harus diutamakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kebutuhan air bersih oleh PDAM Tirta Deli Kecamatan Lubuk Pakam berdasarkan data pelanggan. Penelitian ini juga membahas kebutuhan air bersih seluruh masyarakat Kecamatan Lubuk Pakam dan proyeksi pertumbuhan penduduk di tahun 2027 berdasarkan data BPS untuk memprediksi kebutuhan air bersih di masa mendatang. Metode dalam melakukan penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan proses analisis data secara kuantitatif yang mengacu pada standar yang berlaku untuk memperoleh hasil dan kesimpulan penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PDAM Tirta Deli Cabang Lubuk Pakam sudah memenuhi kebutuhan air domestik dan non domestik untuk pelanggannya, sedangkan total kebutuhan air Kecamatan Lubuk Pakam secara keseluruhan berjumlah 5.215.690 m<sup>3</sup> dan proyeksi jumlah penduduk Kecamatan Lubuk Pakam pada tahun 2027 adalah 119.040 jiwa dengan kebutuhan air total 46.100.258 m<sup>3</sup>. PDAM Tirta Deli cabang Lubuk Pakam perlu meningkatkan jumlah pelanggan serta produksi air, sehingga kebutuhan air bersih seluruh masyarakat Kecamatan Lubuk Pakam dapat terpenuhi.

**Kata Kunci:** Kebutuhan Air Bersih, PDAM Tirta, Lubuk Pakam

## ABSTRACT

The Regional Water Supply Company (PDAM) is one of the regional-owned business units engaged in the distribution of clean water for the general public. Along with the era progresses and the increasing population in the world, especially in Lubuk Pakam District, Deli Serdang Regency, the availability of clean water is one of the must- be-prioritized objects. This study aimed to evaluate the need for clean water by PDAM Tirta Deli, Lubuk Pakam District based on customer data. This study also discussed the need for clean water for the entire community of Lubuk Pakam District and the projected population growth in 2027 based on BPS (Central Bureau of Statistic) data to predict future clean water needs. The method used in this research was a literature study method with a quantitative data analysis process that referred to applicable standards to obtain research results and conclusions. The result showed that PDAM Tirta Deli, Lubuk Pakam Branch had met domestic and non-domestic water needs for its customers, while the total water needs of Lubuk Pakam District as a whole of 5,215,690 m<sup>3</sup>, and the projected population of Lubuk Pakam District in 2027 were 119,040 people with a total water needs of 46,100,258 m<sup>3</sup>. PDAM Tirta Deli Lubuk Pakam branch needed to increase the number of customers and water production so that the clean water needs of the entire community of Lubuk Pakam District could be met.

**Keywords:** Clean Water Needs, PDAM Tirta, Lubuk Pakam

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia-Nya yang telah memberikan pengetahuan, kesehatan, kekuatan, dan kesempatan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan laporan Tugas Akhir tepat pada waktunya.

Adapun yang menjadi pembahasan di dalam laporan tugas akhir adalah **“EVALUASI PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR BERSIH PDAM TIRTA DELI KECAMATAN LUBUK PAKAM KABUPATEN DELI SERDANG”** disusun sebagai syarat akademis yang harus dipenuhi mahasiswa/i untuk menyelesaikan Pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Dalam proses penulisan laporan ini, penulis banyak menemukan kesulitan, namun berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga laporan ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh sebab itu, sudah selayaknya penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Dina Maizana, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area;
2. Ibu Susilawati, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area;
3. Bapak Ir. H. Edy Hermanto, MT, selaku Dosen Pembimbing 1;
4. Bapak Ir. Nurmaidah, MT., selaku Dosen Pembimbing 2;
5. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area;
6. Kedua orang tua tercinta serta seluruh keluarga yang telah banyak membantu, baik bantuan berupa material maupun moril;
7. Seluruh rekan – rekan mahasiswa teknik sipil angkatan 2017 Universitas Medan Area;
8. Seluruh pihak yang telah mendukung dan membantu penulis dari segi apapun, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari berbagai pihak yang bersifat membangun guna memperbaiki Laporan Tugas Akhir ini.

Demikian laporan ini ditulis, semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis maupun bagi pihak yang membaca laporan ini, khususnya di dunia pendidikan dalam bidang teknik sipil.

Medan, Januari 2021

Hormat penulis :



**ANADIYA NADIRA NASUTION**

**NPM : 178110009**



## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR NOTASI.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
1.5 Batasan Masalah .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Penelitian Terdahulu .....	7
2.2 Siklus Hidrogoli.....	10
2.2.1 Intensitas hujan .....	12
2.2.2 Limpasan .....	13
2.3 Air .....	15
2.4 Sumber-Sumber air .....	18
2.4.1 Air Laut .....	18
2.4.2 Air atmosfer, air meteorologi .....	18
2.4.3 Air permukaan .....	18
2.5 Persyaratan Dalam Penyediaan Air Bersih .....	24
2.5.1 Persyaratan Kualitatif.....	24
2.5.2 Persyaratan Kualitatif.....	27
2.5.3 Persyaratan Kontinuitas .....	27
2.6 Syarat-Syarat Air Minum .....	29
2.6.1 Syarat Fisik.....	29
2.6.2 Air Harus Jernih.....	29
2.6.3 Syarat-Syarat Kimia.....	30
2.6.4 Syarat-Syarat Mikrobiologis .....	30
2.7 Distribusi Air Bersih .....	30
2.8 Terjadinya Air Tanah .....	35
2.8.1 Asal Air Tanah.....	35
2.8.2 Gerakan Air Tanah.....	35
2.8.3 Pengolahan Air Tanah.....	37
2.9 Sistem Air Bersih yang Ada .....	38
2.9.1 Sistem Individu.....	38
2.9.2 Sistem Air Bersih PDAM.....	38

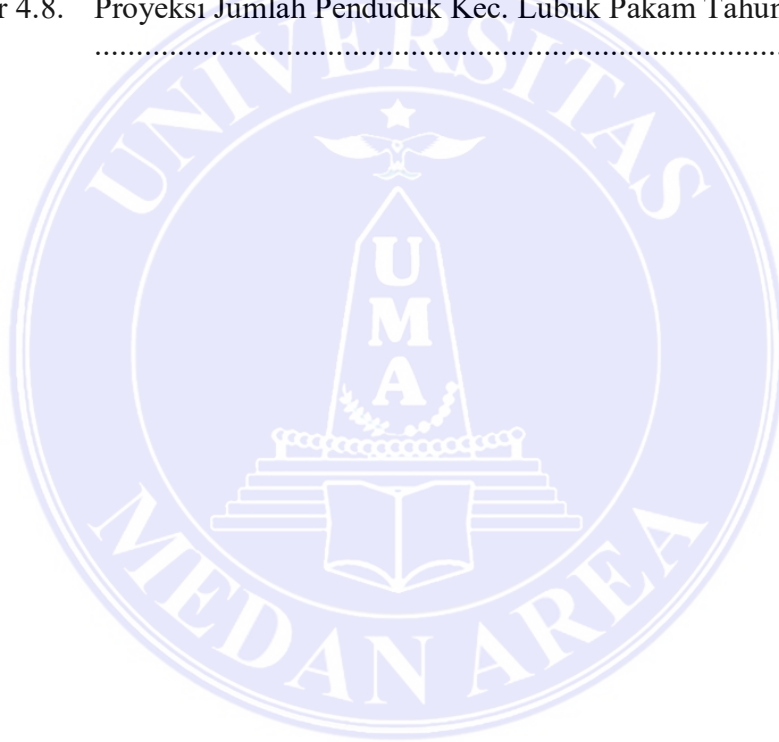
2.10	Sistem Penyediaan Air Bersih .....	39
2.10.1	Sistem Perpipaan .....	39
2.10.2	Sistem Non Perpipaan .....	40
2.11	Studi Kebutuhan Air Bersih .....	41
2.12	Kebutuhan Air Domestik .....	47
2.13	Kebutuhan Air Non-Domestik .....	47
2.14	Perusahaan Daerah Air Minum .....	48
2.14.1	Klasifikasi Pelanggan PDAM .....	50
2.14.2	Alat Pencatat Penggunaan Air .....	64
2.15	Pertumbuhan Jumlah Penduduk .....	67
2.15.1	Metode Rata-rata Aritmatik .....	68
2.15.2	Metode Geometrik .....	68
2.15.3	Metode Least Square .....	69
BAB III METODE PENELITIAN .....		71
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian .....	71
3.2	Bahan dan Alat .....	72
3.3	Metodologi Penelitian .....	72
3.3.1	Metode Studi Literatur .....	72
3.3.2	Data yang Dibutuhkan .....	73
3.3.3	Metode Rekapitulasi dan Analisis Data .....	74
3.4	Prosedur Kerja .....	79
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		80
4.1	Hasil Penelitian .....	80
4.1.1	Pemetaan Sumber Air Masyarakat Lubuk Pakam .....	80
4.1.2	Produksi Air PDAM Tirta Deli Lubuk Pakam Periode Satu Tahun Terakhir .....	83
4.1.3	Jumlah Penduduk Kecamatan Lubuk Pakam Tahun 2012 – 2019 .....	83
4.2	Pembahasan .....	85
4.2.1	Kebutuhan Air Berdasarkan Data Pelanggan PDAM Tirta Deli Cabang Lubuk Pakam .....	85
4.2.2	Kebutuhan Air Berdasarkan Data Jumlah Penduduk Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang .....	89
4.2.3	Kebutuhan Air 7 Tahun yang Akan Datang Berdasarkan Proyeksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang .....	90
BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....		94
5.1	Simpulan .....	94
5.2	Saran .....	95
DAFTAR PUSTAKA .....		96
LAMPIRAN .....		98

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Tabel 2.1. Syarat-syarat kadar kekeruhan dan warna untuk air minum .....	29
Tabel 2.2.	Penggunaan Air Rata-rata Untuk Rumah Tangga .....	42
Tabel 2.3.	Penyebab kehilangan air .....	45
Tabel 2.4.	Kriteria Perencanaan Air Bersih .....	46
Tabel 3.1.	Kebutuhan air bersih rumah tangga per orang per hari menurut kategori kota .....	76
Tabel 4.1.	Produksi Air PDAM Tirta Deli Lubuk Pakam Periode Satu Tahun Terakhir .....	83
Tabel 4.2.	Data Jumlah Penduduk Kecamatan Lubuk Pakam Tahun 2012 – 2019 .....	84
Tabel 4.3.	Total Kebutuhan Air Domestik Dan Non Domestik Kecamatan Lubuk Pakam Berdasarkan Data Pelanggan .....	87
Tabel 4.4.	Rekapitulasi Produksi dan Kebutuhan Air Total Kecamatan Lubuk Pakam Berdasarkan Data Pelanggan Dengan Pengaruh Kehilangan Air 20%.....	87
Tabel 4.5.	Rekapitulasi Produksi dan Kebutuhan Air Total Kecamatan Lubuk Pakam Berdasarkan Data Pelanggan Dengan Pengaruh Kehilangan Air 30%.....	87
Tabel 4.6.	Proyeksi Jumlah Penduduk Kec. Lubuk Pakam Tahun 2020 – 2027 .....	91
Tabel 4.7.	Total Kebutuhan Air Kecamatan Lubuk Pakam Berdasarkan Proyeksi Pertumbuha Jumlah Penduduk Sampai Tahun 2027 .....	93
Tabel 4.8.	Total Kebutuhan Air Kecamatan Lubuk Pakam Berdasarkan Proyeksi Pertumbuha Jumlah Penduduk Sampai Tahun 2027 Dengan Pengaruh Kehilangan Air .....	93

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Siklus Hidrologi .....	12
Gambar 3.1.	Hasil Olahan Peta Kabupaten Deli Serdang (Lokasi Penelitian: Kecamatan Lubuk Pakam).....	71
Gambar 3.2.	Prosedur Kerja Penelitian .....	79
Gambar 4.1.	Latar Belakang Pendidikan.....	80
Gambar 4.2.	Jumlah Anggota Keluarga (Penghuni Rumah) .....	81
Gambar 4.3.	Akumulasi Pendapatan/Bulan Rumah Tangga .....	81
Gambar 4.4.	Sumber Air .....	81
Gambar 4.5.	Kualitas Sumber Air PDAM.....	82
Gambar 4.6.	Kualitas Sumber Air Sumur .....	82
Gambar 4.7.	Waktu/jam penurunan debit air PDAM (saat air mengecil) .....	82
Gambar 4.8.	Proyeksi Jumlah Penduduk Kec. Lubuk Pakam Tahun 2020 – 2027 .....	91



## DAFTAR NOTASI

$a$	= konstanta
$B$	= koefisien arah regresi linear
$L/O/H$	= Liter/Orang/Hari
$n$	= jumlah interval
$SR$	= Sambungan Rumah
$P_n$	= jumlah penduduk pada tahun ke $n$
$P_o$	= jumlah penduduk pada tahun dasar
$P_t$	= jumlah penduduk pada tahun terakhir
$R$	= laju pertumbuhan penduduk
$t$	= jumlah tahun yang diketahui
$X$	= variable independen
$\hat{Y}$	= nilai variable berdasarkan garis regresi

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Pengolahan Data Menggunakan Office Excel Tahun 2019  
Lampiran 2. Instrumen Pemetaan Sumber Air Masyarakat Lubuk Pakam



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Air merupakan elemen bumi yang paling dibutuhkan untuk berlangsungnya kehidupan makhluk hidup di bumi. Air juga merupakan zat kehidupan, dimana tidak satupun makhluk hidup di bumi ini yang tidak membutuhkan air. Air yang dibutuhkan manusia ialah air bersih, dimana menurut Peraturan Menteri Kesehatan R.I No. 416/MENKES/PER/IX/1990 Persyaratan Kualitas Air Bersih, air yang memenuhi syarat kesehatan ialah jernih, tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna, tidak mengandung kuman dan zat-zat berbahaya. Air bersih merupakan kebutuhan pokok manusia, dimana kebutuhannya dari hari kehari dirasakan semakin meningkat sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan ketergantungan masyarakat dan juga pola hidup masyarakat terhadap air. Air bersih merupakan salah satu faktor penting bagi kesehatan manusia. Maka dari itu air bersih pun menjadi salah satu dari sekian banyak kebutuhan yang sangat diprioritaskan bagi seluruh makhluk hidup.

Bagi manusia, air bersih berperan penting dalam berbagai macam bentuk kegiatan sehari-hari. Dalam keperluan rumah tangga saja misalnya, air bersih banyak digunakan untuk keperluan mencuci, memasak makanan dan minuman serta keperluan-keperluan mandi cuci kakus dan lain sebagainya. Selain keperluan rumah tangga, air bersih juga sangat berperan dalam keperluan-keperluan umum lainnya seperti kegunaannya dalam bidang industri kecil hingga industri besar,

perdagangan, peternakan dan pertanian, pelayanan masyarakat, rumah ibadah hingga keperluan umum untuk keindahan taman kota.

Peningkatan aktivitas manusia dan makhluk hidup lainnya mempunyai dampak dari sisi ketersediaan sumber daya antara lain, berkurangnya sumber daya atau menurunnya kuantitas lingkungan dan menurunnya kualitas lingkungan (Santosa, 2010; KLH, 2014). Penurunan tersebut sangat dipengaruhi oleh perubahan fungsi lahan dari kondisi alami atau dampak dari alih guna lahan (Santosa, 2010; Muta'ali, 2015).

Peningkatan eksploitasi sumber air bersih yang berasal dari air tanah jika tidak diatur dengan baik, maka akan menimbulkan degradasi kualitas dan kuantitas air bersih. Oleh karena itu manajemen pengelolaan air bersih menjadi sangat penting. Manajemen pengelolaan air bersih mencakup pengolahan sumber air baku, pengaliran serta pembagian air bersih sampai ke wilayah pelayanan. Sistem pengelolaan sumber daya air secara terpadu akan mampu memberikan pasokan air yang lebih adil bagi konsumen (Kusumawardani & Astuti, 2018). Penyelenggaraan sistem penyediaan air bersih di Indonesia pada umumnya dilaksanakan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM).

Ketahanan air adalah prioritas utama untuk mencapai kedaulatan pangan nasional. Sekitar 4 miliar orang mengalami kelangkaan air parah selama setidaknya satu bulan dalam setahun (Mekonnen & Hoekstra, 2016). Penggunaan air telah meningkat di seluruh dunia sekitar 1% per tahun sejak 1980-an dan diperkirakan akan terus meningkat hingga tahun 2050, terhitung sebesar 20% hingga 30% di atas tingkat penggunaan air saat ini (Burek et al., 2016). Tantangan utama yang harus dihadapi saat ini termasuk, air bersih dan sanitasi



yang layak, pasokan air baku yang sesuai dengan kebutuhan, eksploitasi air tanah yang masif, kerusakan pada daerah aliran sungai, dan perubahan iklim (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2017; Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015; Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2019).

Ketersediaan akses air bersih belum merata. Air yang dapat dimanfaatkan sebesar 25,3% dengan 7,04 m<sup>3</sup>/detik kapasitas air baku belum dimanfaatkan (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2017; Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015). Hingga akhir 2018, ketersediaan akses air bersih baru mencapai 72%, dengan Pulau Jawa sebesar 6,3% (detik Finance, 2019; Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2017; Fikri, 2018; indonesia.go.id, 2019).

Sistem distribusi air bersih adalah jaringan perpipaan yang terdiri dari sistem perpipaan, pompa, reservoir, dan peralatan lainnya (Adrian, Syahrizal, & Indrawan, 2014; Setyono & Prayogo, 2018). Sampai dengan saat ini telah dibangun jaringan air baku dengan kapasitas layanan 51,44 m<sup>3</sup>/detik, yang belum memenuhi target kapasitas yang direncanakan (56 m<sup>3</sup>/detik) (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2017). Pengembangan jaringan pipa air perlu terus ditingkatkan agar semakin banyak warga yang memiliki akses terhadap air bersih (Said, 2019; Sutikno, Rispiningtati, & Prayogo, 2014).

Berdasarkan berbagai kebutuhan itulah maka dilakukan usaha-usaha guna memenuhi kebutuhan air bersih yang dapat digunakan oleh masyarakat luas. Dalam Perpres Nomor 33 tahun 2011 tentang Kebijakan Nasional Pengelolaan Sumber Daya Air disebutkan bahwa dalam pemenuhan air tersebut manusia melakukan berbagai upaya untuk mendapatkannya. Dan dalam usaha pemenuhan

kebutuhan air bersih untuk masyarakat ini tidak akan terlepas dari proses penyediaan/produksi air bersih, analisa dari kebutuhan tiap-tiap daerah yang akan disalurkan air bersih hingga perhitungan dimensi pipa penyalur serta jaringan pipa distribusi yang menjadi media pendistribusian air bersih ke masyarakat.

Seiring perkembangan zaman yang semakin maju dan semakin bertambahnya jumlah penduduk di dunia secara khususnya di daerah Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang, maka ketersediaan air bersih merupakan salah satu objek kepentingan yang harus diutamakan. Dalam hal ini Kecamatan Lubuk Pakam yang merupakan salah satu wilayah penunjang ekonomi Kabupaten Deli Serdang membutuhkan pasokan air bersih yang cukup untuk semua masyarakatnya. Karena itulah maka PDAM Tirta Deli Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara bersiap untuk menyediakan dan mendistribusikan air bersih yang dapat digunakan untuk kehidupan sehari-hari dalam jumlah yang cukup besar di wilayah Kecamatan Lubuk Pakam.

Sesuai dengan hal diatas, maka dalam Tugas Akhir ini penulis akan membahas dan menganalisa tentang penyediaan air bersih di Kecamatan Lubuk Pakam hingga tahun 2027 terhitung dari tahun 2020 serta proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk dan proyeksi penambahan jumlah pelanggan air PDAM. Atas dasar pemikiran itulah maka judul laporan Tugas Akhir ini berjudul “Evaluasi Perhitungan Kebutuhan Air Bersih PDAM Tirta Deli Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang”.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berbagai permasalahan yang telah dijabarkan pada Latar Belakang, dirumuskan beberapa masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Apakah kebutuhan air pelanggan PDAM Tirta Deli sudah terpenuhi sesuai standar?
2. Bagaimana kebutuhan air untuk seluruh penduduk Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang
3. Bagaimana kebutuhan air 7 tahun yang akan datang pada Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengevaluasi kebutuhan air berdasarkan data pelanggan PDAM sesuai standar?
2. Menghitung kebutuhan air berdasarkan data jumlah penduduk Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang
3. Memprediksi kebutuhan air 7 tahun yang akan berdasarkan data penduduk dan cakupan pelayanan PDAM Tirta Deli Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun kegunaan atau manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan memberikan informasi dan pengetahuan kepada masyarakat tentang kebutuhan dan ketersediaan air bersih di Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang.
2. Bagi lembaga pemerintahan, diharapkan penelitian ini memberikan rekomendasi untuk kepentingan pemerintahan dalam penyediaan air di Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang.
3. Bagi PDAM dari hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar PDAM Tirta Deli Kabupaten Deli Serdang untuk mengambil kebijakan dalam memenuhi kebutuhan air bersih.
4. Bagi peneliti selanjutnya sebagai sarana untuk mengaplikasikan teori mengenai analisis ketersediaan dan kebutuhan air bersih.

## 1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini perlu dibatasi agar dapat dilakukan secara efektif dan tidak menyimpang dari maksud dan tujuan penelitian. Batasan masalah yang menjadi ruang lingkup pembahasan penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini berfokus untuk mengevaluasi kebutuhan air bersih rumah tangga (domestik) dan kebutuhan air perkotaan (non domestik).
2. Penelitian ini hanya dilakukan pada Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Berdasarkan penelitian terdahulu, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian penulis.

Penelitian-penelitian sejenis ini telah dilakukan sebelumnya, sebab penelitian-penelitian terdahulu dirasa sangat penting dalam sebuah penelitian yang akan dilakukan. Beberapa penelitian terdahulu yang mendasari penelitian ini antara lain:

1. Maindoka (2011) melakukan penelitian tentang “Analisis Pemakaian Air Bersih (PDAM) untuk Kota Pangkep 10 tahun ke depan. Penelitian ini bertujuan menganalisis kapasitas kebutuhan air bersih yang dapat di salurkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Kota Pangkep 10 tahun ke depan menentukan spesifikasi pompa yang sesuai yang akan digunakan untuk keperluan penyediaan air bersih Kota Pangkep. Penelitian ini di laksanakan di Kota Pangkep dan PDAM Kota Pangkep. Metode yang di lakukan adalah menghitung perkiraan jumlah penduduk Kota Pangkep 10 tahun ke depan dengan menggunakan 3 metode yaitu Aritmatika, Last-Square, dan Geometri, menghitung perkiraan kebutuhan air bersih masyarakat Kotaa Pangkep 10 tahun ke depan berdasarkan

proyeksi dari jumlah penduduk serta fasilitas-fasilitas Kota Pangkep, menentukan tipe pompa yang aman di gunakan untuk pengembangan instalasi PDAM Kota Pangkep. Hasil penelitian menunjukkan kebutuhan air bersih 10 tahun ke depan adalah 0,153 m<sup>3</sup> / s dan pompa yang digunakan adalah ebara pump dengan tipe 200 x 150 FS 4K 5 55.

2. Rawa (2014) Melakukan penelitian Tentang “Evaluasi Kebutuhan Air Bersih di Perumahan Jember Permai II Desa Sukorejo Kecamatan Sumpasari Kabupaten Jember Menggunakan Software Epanet 2.0” Air merupakan zat yang paling penting bagi kehidupan manusia. Kebutuhan air semakin meningkat namun tidak diimbangi oleh kemampuan pelayanan yang baik. Meningkatnya kebutuhan air bersih disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk, peningkatan derajat kehidupan masyarakat serta peningkatan kondisi sosial ekonomi masyarakat. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih tersebut di daerah perkotaan dibangun beberapa pengolahan air bersih yang dikelola oleh Badan Usaha Milik Daerah Air Minum. Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai sistem pendistribusian air bersih pada Perumahan Jember Permai II, maka perlu dilakukan studi mengenai pelayanan air bersih pada kawasan tersebut menggunakan bantuan software Epanet 2.0. Parameter hidrolis yang digunakan untuk mengevaluasi adalah dari aspek kecepatan dan aliran. Studi yang dilakukan pada Perumahan Jember Permai II didapatkan kondisi jaringan sistem distribusi pada Perumahan Jember Permai II belum memenuhi standar yang yang ditetapkan. Hal tersebut dapat dilihat dari terdapatnya nilai kecepatan aliran yang masih di bawah 0,3 m/dt

pada jam 06.00, 12.00 dan 16.00 dengan kecepatan aliran terendah sebesar 0,01 m/dt dan kecepatan aliran tertinggi sebesar 1,72 m/dt. Pada jam-jam tersebut juga, terdapat tekanan yang berada di bawah standar minimum (5 m) yaitu sebesar 1,28 m.

3. Wahyuni (2017) Melakukan penelitian tentang “Analisa Kebutuhan Air Bersih Kota Batam pada Tahun 2025” Kebutuhan akan air bersih akan terus menerus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun akibat dari pertumbuhan penduduk yang sangat pesat. Pada bulan agustus 2015 Kota Batam mengalami kendala dalam memenuhi kebutuhan air akibat musim kemarau panjang yang tidak kunjung menurunkan hujan mengakibatkan pemadaman bergilir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan air bersih yang dibutuhkan masyarakat Kota Batam hingga tahun 2025 sehingga dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya. Dalam penelitian ini, penulis akan memperkirakan kebutuhan air bersih berdasarkan data-data statistik yang ada dan membandingkannya terhadap kapasitas produksi air pada saat ini dan pada tahun keberapa Kota Batam mulai kekurangan air serta membahas bagaimana pendapat ahli mengenai pemenuhan air bersih pada tahun 2025 serta berdasarkan data rencana yang ada. Dari hasil perhitungan didapat bahwa kebutuhan air bersih penduduk Kota Batam pada tahun 2015 diperkirakan sebesar 4.588,85 liter/detik dan kapasitas desain produksi WTP Kota Batam pada tahun 2015 adalah sebesar 4.682 liter/detik. Dari kapasitas desain produksi WTP Kota Batam pada saat ini diperkirakan hanya dapat mencukupi kebutuhan air bersih Kota Batam

hingga akhir tahun 2015. Kebutuhan air penduduk Kota Batam pada tahun 2025 diperkirakan sebesar 9.279,15 liter/detik sehingga terjadi kekurangan air sebesar 4.597,15 liter/detik dari kapasitas desain produksi saat ini.

Penelitian ini dilakukan pada PDAM Tirta Deli, penelitian ini menggunakan Metode Geometrik untuk mengetahui jumlah penduduk dalam sepuluh tahun ke depan. Dari data jumlah proyeksi penduduk dapat diketahui kebutuhan air yang harus dipenuhi. Berdasarkan penelitian sebelumnya penulis menyadari bahwa ada kesamaan-kesamaan baik dalam bentuk teori-teori yang dipakai maupun prinsip pengerjaannya. Tetapi penulis mengetahui bahwa masih banyak terdapat perbedaan-perbedaan seperti lokasi penelitian, permasalahan, dan pembahasan. Karena perbedaan-perbedaan tersebut penulis mengangkat judul skripsi ini.

## 2.2 Siklus Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat – sifatnya dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup (Triatmodjo, 2008:1). Secara umum hidrologi dimaksudkan sebagai ilmu yang menyangkut masalah air, baik di atmosfer, di bumi, dan di dalam bumi, tentang bagaimana siklusnya, kejadiannya, serta pengaruh terhadap kehidupan yang ada di alam ini.

Siklus hidrologi merupakan proses kontinu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi. Air di permukaan tanah, sungai, danau, dan air laut menguap ke udara. Uap air tersebut bergerak dan naik ke

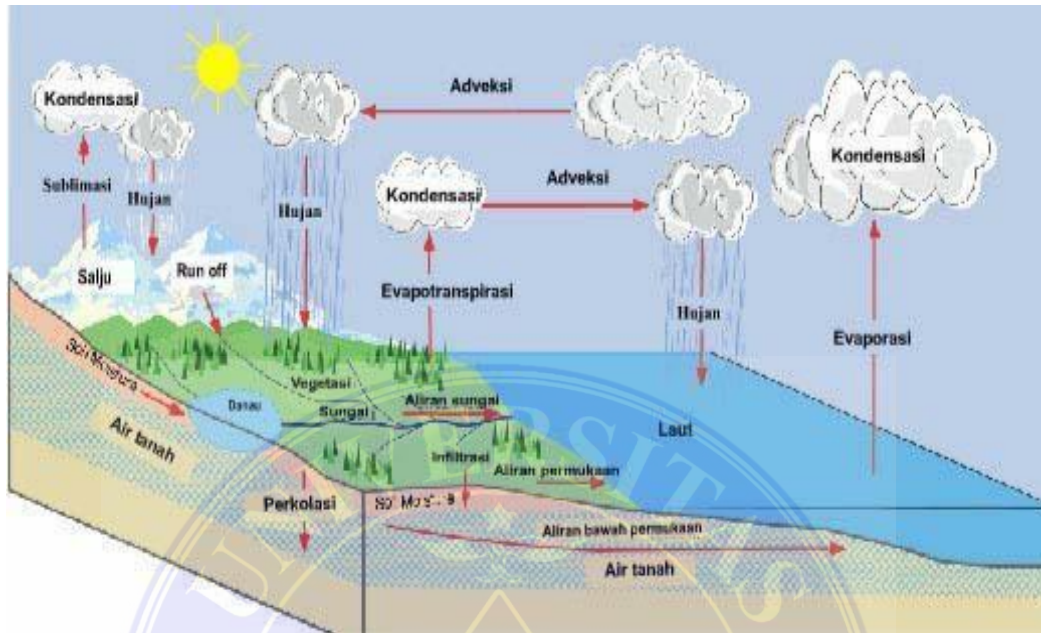


atmosfer, yang kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik – titik air yang berbentuk awan. Selanjutnya titik – titik air tersebut jatuh sebagai hujan ke permukaan laut dan daratan. Hujan yang jatuh sebagian tertahan oleh tumbuh – tumbuhan (intersepsi) dan selebihnya sampai ke permukaan tanah. Sebagian air hujan yang sampai ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi) dan sebagian lainnya mengalir di atas permukaan tanah (aliran permukaan atau surface runoff) mengisi cekungan tanah, danau dan masuk ke sungai dan akhirnya mengalir ke laut. Air yang mengalir ke dalam tanah sebagian mengalir di dalam tanah (perkolasi) mengisi air tanah yang kemudian keluar sebagai mata air dan mengalir ke sungai. Akhirnya aliran air di sungai akan sampai di sungai sampai ke laut. Proses tersebut berlangsung terus menerus yang disebut dengan siklus hidrologi. (Triatmodjo, 2008:2)

Siklus hidrologi dimulai dengan penguapan air dari laut. Uap yang dihasilkan dibawa oleh udara yang bergerak. Dalam kondisi yang memungkinkan, uap air tersebut terkondensasi membentuk awan, dan pada akhirnya dapat menghasilkan presipitasi. Presipitasi yang jatuh ke bumi menyebar dengan arah yang berbeda-beda dalam beberapa cara. Sebagian besar dari presipitasi tersebut untuk sementara tertahan pada tanah di dekat tempat ia jatuh, dan akhirnya dikembalikan lagi ke atmosfer oleh penguapan (evaporasi) dan pemeluhan (transpirasi) oleh tanaman (Soedibyo, 2003).

Penerapan ilmu hidrologi dapat dijumpai dalam beberapa kegiatan seperti perencanaan dan operasi bangunan air, penyediaan air untuk berbagai keperluan (air bersih, irigasi, perikanan, peternakan), pembangkit listrik tenaga air,

pengendalian banjir, pengendalian erosi dan sedimentasi, transportasi air, drainasi, pengendali polusi air limbah, dan sebagainya.



Gambar 2.1. Siklus Hidrologi  
Sumber: Buku Siklus Hidrologi

Sebagian air mencari jalannya sendiri melalui permukaan dan bagian atas tanah menuju sungai, sementara lainnya menembus masuk lebih jauh ke dalam tanah menjadi bagian dari air-tanah (*groundwater*). Dibawah pengaruh gaya gravitasi, baik aliran air-permukaan (*surface streamflow*) maupun air dalam tanah bergerak menuju tempat yang lebih rendah yang akhirnya dapat mengalir ke laut. Namun, sebagian besar air permukaan dan air bawah tanah dikembalikan ke atmosfer oleh penguapan dan pemeluhan (*transpirasi*) sebelum sampai ke laut (JR dan Paulhus, 1986).

### 2.2.1. Intensitas hujan

Intensitas hujan adalah jumlah curah hujan dalam suatu satuan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam mm/jam, mm/hari, mm/minggu, mm/bulan, mm/tahun, dan sebagainya, yang berturut-turut sering disebut hujan jam-

jaman, harian, mingguan, bulanan, tahunan, dan sebagainya (Triatmodjo, 2008). Jumlah hujan yang jatuh di permukaan bumi dinyatakan dalam kedalaman air (biasanya mm), yang dianggap terdistribusi secara merata pada seluruh daerah tangkapan air. Intensitas hujan bervariasi dalam ruang dan waktu, yang tergantung pada lokasi geografis dan iklim.

Intensitas hujan adalah jumlah hujan per satuan waktu. Intensitas hujan atau ketebalan hujan per satuan waktu lazimnya dilaporkan dalam satuan milimeter per jam (Asdak, 1995).

Intensitas hujan sangat menentukan didalam perhitungan limpasan permukaan, yang besarnya dapat diperoleh dari pengamatan di lapangan. Besarnya intensitas hujan akan tergantung pada lebat dan lamanya hujan serta frekuensi hujan dengan membandingkan antara tinggi hujan dengan lamanya hujan dalam satuan mm/jam atau dengan persamaan.

### **2.2.2. Limpasan**

Limpasan merupakan aliran air yang mengalir diatas permukaan tanah akibat intensitas hujan yang jatuh melebihi kapasitas infiltrasi. Setelah laju infiltrasi terpenuhi, air akan mengisi pada cekungan – cekungan yang ada pada permukaan tanah. Limpasan permukaan (*surface runoff*) yang merupakan air hujan tersebut akan mengalir dalam bentuk lapisan tipis di atas permukaan lahan akan masuk ke parit – parit dan selokan yang kemudian bergabung menjadi anak sungai dan akhirnya menjadi aliran sungai. Limpasan dinyatakan dalam volume atau debit. Satuan dari volume limpasan adalah meter kubik, sedangkan debit adalah volume per satuan waktu yang melalui suatu luasan tertentu, dan dinyatakan dalam meter kubik

per detik. Di dalam hidrologi, sering limpasan dinyatakan dalam satuan kedalaman. Hal ini dilakukan dengan membagi volume limpasan dengan luas aliran sungai untuk memperoleh kedalaman limpasan ekuivalen yang terdistribusi pada seluruh daerah aliran. Limpasan terdiri dari air yang berasal dari tiga sumber antara lain yaitu aliran permukaan, aliran antara, dan aliran air tanah (Triatmodjo, 2008).

Aliran permukaan (*surface flow*) adalah bagian dari air hujan yang mengalir dalam bentuk lapisan tipis di atas permukaan tanah. Aliran permukaan disebut juga dengan aliran langsung (*direct runoff*). Aliran permukaan dapat terkonsentrasi menuju sungai dalam waktu yang singkat, sehingga aliran permukaan merupakan penyebab utama terjadinya banjir. Aliran antara (*interflow*) adalah aliran dalam arah lateral yang terjadi di bawah permukaan tanah. Aliran antara terdiri dari gerakan air dan lensa tanah secara lateral menuju elevasi yang lebih rendah, yang akhirnya masuk ke sungai. Proses aliran antara ini lebih lambat dari aliran permukaan, dengan tingkat kelambatan dalam beberapa jam sampai hari. Aliran air tanah adalah aliran yang terjadi di bawah permukaan air tanah ke elevasi yang lebih rendah yang akhirnya menuju ke sungai atau langsung ke laut. Air hujan yang terinfiltrasi melalui permukaan tanah sebagian menjadi aliran antara dan sebagian yang lain mengalir ke bawah (perkolasi) sehingga mencapai muka air tanah. Muka air tanah mempunyai kemiringan yang sangat kecil, dan aliran air searah dengan kemiringan tersebut menuju ke sungai sebagai aliran dasar (*base flow*). Proses aliran air tanah ini lebih

lambat dari aliran antara, dengan tingkat kelambatan dalam mingguan sampai tahunan.

Limpasan permukaan sangat berhubungan dengan infiltrasi, oleh karena itu dengan memahami proses terjadinya limpasan permukaan, faktor yang berpengaruh, akan bisa dilakukan analisis limpasan permukaan serta kaitannya dengan erosi dan sedimentasi. Faktor – faktor yang mempengaruhi infiltrasi juga akan berpengaruh pada limpasan permukaan. Laju infiltrasi dipengaruhi oleh jenis tanah, kandungan bahan organik, kepadatan tanah, kadar air awal tanah dan tipe hujan yang terjadi. Menurut Sosrodarsono (1978) dalam Trihandoko (2015) mengemukakan bahwa limpasan permukaan terjadi ketika jumlah curah hujan melampaui laju infiltrasi, setelah laju infiltrasi terpenuhi, air mulai mengisi cekungan atau depresi pada permukaan tanah. Setelah pengisian selesai maka air akan mengalir dengan bebas dipermukaan tanah.

### 2.3 Air

Air adalah suatu unsur yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Dengan air, kita bisa melakukan kegiatan sehari-hari dengan sesuai keinginan kita dan mengkonsumsinya agar tetap hidup. Bahkan bukan hanya manusia saja yang membutuhkan, akan tetapi makhluk hidup sangat butuh terhadap air. Bisa dilihat bahwa sebagian bumi bahkan dalam persentasenya bumi hampir di kelilingi oleh air, sehingga bisa dibilang bahwa air merupakan denyut nadi untuk kelangsungan kehidupan manusia.

Air bersih merupakan salah satu sumber daya terpenting bagi kesejahteraan kita, sejajar dengan udara yang kita hirup. Tanpa air bersih, kehidupan tidak mungkin ada di bumi ini. Sel-sel hidup terdiri dari atas sekitar 75% air. Tubuh manusia dapat hidup berminggu-minggu tanpa makanan, tetapi hanya dapat bertahan beberapa hari tanpa air. Manusia memerlukan air untuk minum, menanam tanaman pangan, mencuci, membangkitkan energi dan industri

Air murni merupakan suatu persenyawaan kimia yang sangat sederhana yang terdiri dari dua atom hidrogen (H) berikatan dengan satu atom oksigen (O). secara simbolik air dinyatakan sebagai H<sub>2</sub>O. Air serta bahan-bahan dan energi yang terkandung di dalamnya merupakan lingkungan bagi jasad-jasad air. Pengaruhnya terhadap kehidupan yang ada didalamnya, (Kordi dan Tancung, 2010), yaitu :

1. Dengan sifat-sifat fisiknya yaitu sebagai medium tempat hidup tumbuhan dan hewan.
2. Dengan sifat-sifat kimianya sebagai pembawa zat-zat hara yang diperlukan bagi pembentukan bahan-bahan organik oleh tumbuhan dengan produksi primernya.

Sifat-sifat fisik inilah yang memisahkan lingkungan air dari lingkungan udara. Berat jenis, panas jenis, kekentalan dan tegangan permukaan adalah faktor-faktor yang paling banyak mempengaruhi kehidupan. Berat jenis air murni adalah 775 kali lebih besar dari udara (0° C, 760 mm Hg). Demikian pula pengaruhnya terhadap daya apung suatu benda.

Air mempunyai sifat yang khusus di antara zat-zat cair, karena molekul-molekulnya cenderung membentuk kelompok atau akregasi akibat sifat-sifat

listriaknya dan sifat-sifat tersebut tergantung pada suhu. Pada suhu rendah, molekul-molekul air tersusun dalam bidang empat, yaitu satu molekul berada di tengah-tengah dan empat molekul disudut suatu bidang empat. Struktur seperti ini terdapat dalam bentuk es. Dalam bentuk cair bidang empat ini rusak dan membentuk agregasi, yang dengan bertambahnya suhu sedikit demi sedikit berubah kedalam keadaan peralihan sampai akhirnya pada bentuk bola yang mempunyai susunan yang rapat. Susunan bidang empat mempunyai volume yang terbesar dan berat jenis yang terbesar. Jika hanya proses ini yang terjadi maka volume akan berkurang atau berat jenis akan bertambah pada waktu pemanasan. Akan tetapi penuaian zat cair juga terjadi pada waktu yang bersamaan (Sumanwidjaya, 1974).

Air merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan sehari-hari. Manusia, binatang, dan tumbuhan memerlukan air untuk kehidupannya. Air dapat pula digunakan sebagai pelarut, pembersih dan keperluan lain seperti rumah-tangga, industri maupun usaha-usaha lainnya. Untuk keperluan industri air berfungsi sebagai pendingin mesin, bahan baku maupun pembersih atau penggelontor limbah. Di samping itu air juga berfungsi untuk usaha-usaha pertanian, perikanan, olah raga, rekreasi, pemadam kebakaran dan lain sebagainya.

Dalam dunia kesehatan khususnya kesehatan lingkungan, perhatian air dikaitkan sebagai faktor perpindahan/penularan penyebab penyakit (*agent*). Air membawa penyebab penyakit dari kotoran (*faeces*) penderita, kemudian sampai ke tubuh orang lain melalui makanan, susu dan minuman. Air juga berperan untuk membawa penyebab penyakit non mikrobial seperti bahan-bahan *toxic* yang dikandungnya. Penyakit-penyakit infeksi yang biasanya ditularkan melalui air

adalah *typus abdominalis*, *cholera*, *dysentri baciller* dan lain-lain. Peracunan logam juga dapat terjadi melalui media air.

Saat ini masalah penyediaan air bersih menjadi perhatian khusus baik bagi negara-negara maju maupun negara yang sedang berkembang. Indonesia sebagai halnya pula Negara berkembang lainnya, tidak luput dari permasalahan penyediaan air bersih bagi masyarakatnya. Salah satu masalah pokok yang dihadapi adalah kurang tersedianya sumber air yang bersih, belum meratanya pelayanan penyediaan air bersih terutama pada daerah perdesaan dan sumber air bersih yang ada belum dapat dimanfaatkan secara maksimal. Bahkan pada beberapa tempat di kota-kota besar, sumber air bersih yang telah dimanfaatkan oleh PDAM telah tercemari oleh limbah industri dan limbah domestik, sehingga beban dalam segi pengelolaan air bersihnya semakin meningkat.

Bertitik tolak dari hal tersebut, maka dalam rangka penyediaan kebutuhan air bersih yang memenuhi syarat kesehatan, Pemerintah RI mencanangkan program peningkatan penyediaan air bersih pada daerah perkotaan (urban) dan daerah perdesaan (rural urban) melalui pipanisasi dan pemanfaatan sumber air yang ada secara optimal.

Merupakan tantangan bagi kita semua bagaimana memperlakukan air agar diperoleh daya guna yang sebesar-besarnya dan menekan kerusakan pada sumber daya air sekecil-kecilnya. Dengan demikian maka akan tercapai pemenuhan penyediaan air bersih yang memenuhi syarat kualitas, kuantitas, kontinuitas dan harga yang terjangkau oleh masyarakat.



### 2.3.1. Manfaat Air Bersih

Tidak dapat dipungkiri, air adalah salah satu kebutuhan utama dalam hidup. Selain digunakan sebagai pelepas dahaga, air juga memiliki manfaat lain yang sangat dibutuhkan untuk menunjang kehidupan kita. Penting bagi kita untuk memerhatikan kebersihan air yang kita gunakan sehari-hari untuk minum, memasak, dan mandi agar terhindar dari penyakit yang disebabkan karena kualitas air buruk.

#### a. Irigasi Pertanian

Indonesia dikenal sebagai negara agraris karena banyak penduduknya yang memiliki mata pencaharian di bidang pertanian. Ketersediaan air bersih menjadi sebuah hal penting karena memengaruhi sukses atau tidaknya hasil tani. Untuk itu, irigasi dengan menggunakan air bersih berguna demi menjaga kesuburan tanah dan mutu dari hasil produksi petani.

#### b. Menjaga Kelestarian Lingkungan

Air bersih memiliki peranan besar dalam menjaga kelestarian lingkungan yang ada di sekitar manusia. Misal, dengan adanya air yang cukup maka banyak tumbuhan dan pepohonan yang tumbuh subur di sekitar kita. Dengan demikian, udara yang kita hirup akan semakin sejuk dan dapat mengurangi polusi udara.

#### c. Membersihkan Badan dari Kotoran

Masih ada banyak orang yang berpendapat bahwa mandi menggunakan air sungai saja sudah cukup untuk membersihkan badan dari kotoran

yang menempel. Namun pada kenyataannya, kita tidak akan tahu apakah air sungai tersebut cukup bersih atau tidak untuk dipakai. Saat ini banyak sungai yang tercemar limbah pertanian, rumah tangga hingga limbah pabrik.

Membersihkan badan dengan menggunakan air tercemar tersebut dapat menyebabkan penyakit kulit, seperti: panu, gatal-gatal hingga bisul. Untuk itu, gunakanlah air bersih yang dapat menghilangkan kotoran tanpa meninggalkan jejak kotoran lainnya pada tubuh

d. **Membersihkan Bahan Makanan**

Selain membersihkan badan, air bersih juga bermanfaat untuk membersihkan bahan makanan dan memasak, yang dapat menunjang kesehatan tubuh. Hal ini dikarenakan kotoran atau bakteri yang menempel di bahan makanan akan hilang setelah dicuci menggunakan air bersih. Sebaliknya, jika mencuci bahan makanan dengan air kotor maka akan membuat bakteri semakin banyak dan menyebabkan penyakit.

**2.3.1. Penyebab Kurangnya Penyediaan Air Bersih**

Kurangnya air bersih, khususnya untuk menjaga kebersihan diri, dapat menimbulkan berbagai penyakit kulit dan mata. Hal ini terjadi, karena bakteri yang selalu ada pada kulit dan mata mempunyai kesempatan untuk berkembang. Apalagi di antara masyarakat dengan keadaan gizi yang kurang seperti kekurangan vitamin A, B dan C.

Penyakit yang tergolong dalam kelompok ini adalah:

- a. Penyakit Trachoma, penyakit yang menyerang selaput lendir dan selaput bening mata, disebabkan oleh Virus Trachoma. Virus Trachoma

tergolong virus yang berukuran cukup besar, sehingga dapat dibunuh oleh antibiotika. Reservoirnya adalah manusia yang menderita Trachoma. Penularan terjadi secara langsung dari mata penderita ke mata orang lain melalui tangan atau sapu tangan, dan lain-lainnya. Penularan ini dipermudah apabila masyarakat tidak memelihara kebersihan badannya. Ketidakmampuan ini disebabkan karena kebiasaan hidupnya yang tidak higienis ataupun karena tidak cukup banyak tersedia air bersih untuk kebersihan pribadi. Trachoma ini didapat di seluruh dunia, tetapi terutama di tempat-tempat yang lingkungannya kurang saniter.

- b. Segala macam penyakit kulit yang disebabkan jamur dan bakteri. Juga termasuk di sini sejenis tungau, penyakit Scabies dikenal di Indonesia sebagai penyakit kudis yang disebabkan oleh *Sarcoptes scabiei*. Reservoir Scabies adalah manusia; penularan terjadi secara langsung dari orang ke orang ataupun lewat peralatan seperti pakaian. Oleh karenanya Scabies banyak didapat juga sewaktu terjadi peperangan.

## 2.4 Sumber-sumber Air

Menurut Sutrisno (2004) sumber-sumber air ada empat yaitu:

### 2.4.1. Air laut

Mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl, dimana kadar garam NaCl dalam air laut 3%. Dengan keadaan ini, maka air laut tidak memenuhi syarat untuk diminum.

### **2.4.2. Air atmosfir, air meteriologik**

Dalam keadaan murni, sangat bersih, karena dengan adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran-kotoran industri/debu dan lain sebagainya. Maka untuk menjadikan air hujan sebagai sumber air minum hendaknya pada waktu menampung air hujan jangan dimulai pada saat hujan mulai turun, karena masih banyak mengandung kotoran.

Selain itu air hujan mempunyai sifat agresif terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi (karatan).

### **2.4.3. Air permukaan**

Adalah air hujan yang mengalir dipermukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri kota dan sebagainya.

Beberapa pengotoran ini, untuk masing-masing air permukaan akan berbeda-beda, tergantung pada daerah pengaliran air permukaan ini. Jenis pengotorannya adalah merupakan kotoran fisik, kimia dan bakteriologi.

Setelah mengalami suatu pengotoran, pada suatu air permukaan itu akan mengalami suatu proses pembersihan sendiri yang dapat dijelaskan sebagai berikut: udara yang mengandung Oksigen atau gas O<sub>2</sub> akan membantu mengalami proses pembusukan yang terjadi pada air permukaan yang telah mengalami pengotoran, karena selama dalam perjalanan, O<sub>2</sub> akan meresap ke dalam air permukaan.

### 1. Air sungai

Dalam penggunaannya sebagai air minum, haruslah mengalami suatu pengolahan yang sempurna, mengingat bahwa air sungai ini pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang tinggi sekali. debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan akan air minum pada umumnya dapat mencukupi.

### 2. Air rawa/danau

Kebanyakan air rawa ini berwarna yang disebabkan oleh adanya zat-zat organis yang telah membusuk, misalnya asam humus yang larut dalam air yang menyebabkan warna kuning coklat. Dengan adanya pembusukan kadar zat organis tinggi, maka kadar Fe dan Mn akan tinggi dan dalam keadaan kelarutan O<sub>2</sub> sangat kurang (anaerob), maka unsur-unsur Fe dan Mn ini akan larut. Pada permukaan air akan tumbuh algae (lumut) karena adanya sinar matahari dan O<sub>2</sub>.

Untuk pengambilan air, sebaiknya pada kedalaman tertentu di tengah-tengah agar endapan-endapan Fe dan Mn tak terbawa, demikian pula pada lumut yang ada pada permukaan rawa/telaga.

### 3. Air Tanah

Menurut Soemarto (1995) Yang dimaksud dengan air tanah adalah air yang menempati rongga-rongga dalam lapisan geologi. Lapisan tanah yang terletak di bawah permukaan air tanah dinamakan daerah jenuh (saturated zone), sedangkan daerah tidak jenuh terletak di atas daerah jenuh sampai ke permukaan tanah, yang rongga-rongganya berisi air dan udara. Karena air tersebut meliputi lengas tanah (soil moisture) dalam daerah perakaran (root zone), maka air mempunyai arti yang sangat penting bagi pertanian, botani

dan ilmu tanah. Antara daerah jenuh dan daerah tidak jenuh tidak ada garis batas yang tegas, karena keduanya mempunyai batas yang independen, di mana air dari kedua daerah tersebut dapat bergerak ke daerah yang lain atau sebaliknya. Air tanah merupakan sumber daya penting dalam penyediaan air di seluruh dunia. Penggunaannya dalam irigasi, industri dan air minum makin meluas.

Sedangkan menurut Sutrisno (2004) air tanah terbagi atas :

a) Air tanah dangkal

Terjadi karena adanya proses peresapan air dari permukaan tanah, lumpur akan tertahan, demikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang terlarut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah. Lapisan tanah di sini berfungsi sebagai saringan. Di samping penyaringan, pengotoran juga masih terus berlangsung, terutama pada muka air yang dekat dengan muka tanah, setelah menemui lapisan rapat air, air akan terkumpul merupakan air tanah dangkal di mana air tanah ini dimanfaatkan untuk sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal.

b) Air tanah dalam

Terdapat setelah lapis rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam, tak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus digunakan bor dan memasukkan pipa kedalamnya sehingga dalam

suatu kedalaman (biasanya antara 100-300 m) akan didapatkan suatu lapis air.

Jika tekanan air tanah ini besar, maka air dapat menyembur ke luar dan dalam keadaan ini, sumur ini disebut dengan sumur artesis. Jika air tak dapat ke luar dengan sendirinya, maka digunakan pompa untuk membantu pengeluaran air tanah dalam ini.

#### 4. Mata Air

Mata air adalah air tanah yang ke luar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam, hamper tidak terpengaruh oleh musim dan kualitas/kualitasnya sama dengan keadaan air dalam.

Proses pengolahan air permukaan (misalnya sungai) adalah proses pengolahan lengkap. Adapun bangunan pengolahan yang diperlukan untuk proses pengolahan ini meliputi:

2. Bangunan penangkap air (*intake*) berfungsi untuk menangkap air dari badan air (sungai) sesuai dengan debit yang diperlukan bagi pengolahan air bersih.
3. Bangunan penenang dan bak pembagi berfungsi untuk menenangkan air baku jika digunakan pepompaan pada bangunan sadap (*intake*). Bak pembagi berfungsi untuk membagikan air jika digunakan lebih dari 1 (satu) unit bangunan pengolahan (paralel).
4. Bangunan prasedimentasi berfungsi sebagai tempat proses pengendapan partikel diskrit seperti pasir, lempung dan zat-zat padat lainnya yang bisa mengendap secara gravitasi.

5. Bangunan pengaduk cepat (*rapid mixing*) berfungsi sebagai sebagai tempat proses pencampuran koagulan dengan air baku sehingga terjadi proses koagulasi.
6. Bangunan pengaduk lambat (*slow mixing*) berfungsi sebagai tempat proses terbentuknya flok-flok, dimana prosesnya disebut dengan proses flokulasi. Pada bak pengaduk lambat, flok-flok yang terbentuk pada bak pengaduk cepat yang telah terbentuk akan bergabung membentuk flok-flok yang lebih besar dan akhirnya mengendap secara gravitasi.
7. Bangunan filtrasi berfungsi untuk proses penyaringan butir-butir yang tidak ikut terendap.
8. Bak sedimentasi dan juga berfungsi sebagai penyaring mikroorganisme / bakteri yang ikut larut dalam air. Beberapa jenis filtrasi adalah:
  - a. *Rapid sand filter* menggunakan media pasir (*single media*), antrasit dan pasir yang terpisah (*dual media*) dan pasir dan antrasit yang bercampur (*mixed media*).
  - b. *Slow sand filter*, digunakan untuk pengolahan air tanpa melalui unit koagulasi, flokulasi dan sedimentasi.
  - c. *Pressure filtration* dilakukan untuk air baku air tanah. Pompa distribusi yang memompa air dari filter akan menyebabkan kurangnya tekanan pada filter sehingga air bias mengalir ke filter. Keuntungan adalah menghemat pemompaan ganda.
  - d. *Direct filtration* digunakan untuk pengolahan air baku dengan kadar kekeruhan yang rendah misal air baku dari instalasi pengolahan air buangan.



9. Unit pembubuhan bahan kimia berfungsi untuk tempat melarutkan bahan kimia dan membubuhkannya ke bangunan pengolahan. Untuk pembubuhan bahan kimia ini diantaranya adalah berfungsi sebagai bak pembubuhan desinfektan yaitu chlor ( $Cl_2$ ) sebagai kaporit  $Ca(OCl)_2$ . Desinfektan selain digunakan untuk membunuh mikroorganisme patogen dapat bermanfaat pula sebagai pengoksidasi zat organik, mengurangi bau, mencegah berkembang-biaknya bakteri. Pemilihan chlor sebagai desinfektan adalah karena mudah tersedia dan mudah penanganannya, biaya investasi dan operasi mudah dan lebih aman. Selain chlor yang dipakai sebagai desinfeksi, ada beberapa jenis desinfeksi yang sering dilakukan yaitu : pemanasan, biasanya dilakukan terbatas pada skala kecil, sinar ultra violet tidak sempurna karena timbul endapan, getaran ultrasonic, ozon tidak bersifat karsinogenik tetapi harganya mahal.
10. Bangunan reservoir berfungsi untuk tempat penampungan air bersih sebelum didistribusikan dan tempat penampungan air bersih untuk instalasi.

## 2.5 Persyaratan Dalam Penyediaan Air Bersih

Ada beberapa persyaratan utama yang harus dipenuhi dalam sistem penyediaan air bersih. Persyaratan tersebut meliputi hal-hal sebagai berikut:

### 2.5.1. Persyaratan Kualitatif

Persyaratan kualitatif menggambarkan mutu atau kualitas dari air baku air bersih. Persyaratan ini meliputi persyaratan fisik, kimia, biologis dan

radiologis. Syarat-syarat tersebut dapat dilihat berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/Menkes/PER/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air yang akan ditunjukkan pada lampiran.

1. Syarat-syarat Fisik Secara fisik air minum harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa (tawar). Warna dipersyaratkan dalam air minum untuk masyarakat karena pertimbangan estetika. Ada 2 (dua) macam warna pada air yaitu *apparent color* dan *true color*. *Apparent color* ditimbulkan karena adanya benda-benda zat tersuspensi dari bahan organik. Hal ini lebih mudah diatasi dibanding dengan jenis *true color*. *True color* adalah warna yang ditimbulkan oleh zat-zat bukan zat organik.

Rasa seperti asin, manis, pahit dan asam dan sebagainya tidak boleh terdapat dalam air minum untuk masyarakat. Bau yang bisa terdapat dalam air adalah bau busuk, amis, dan sebagainya. Bau dan rasa biasanya terdapat bersamaan dalam air.

Selain bau, warna dan rasa, syarat lain yang harus dipenuhi secara fisik adalah suhu. Suhu sebaiknya sama dengan suhu udara atau kurang lebih  $25^{\circ}\text{C}$ , dan bila terjadi perbedaan maka batas yang diperbolehkan adalah  $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ .

## 2. Syarat-syarat Kimia

Air minum tidak boleh mengandung bahan-bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas. Beberapa persyaratan kimia tersebut antara lain:

a. pH merupakan faktor penting bagi air minum, karena mempengaruhi proses korosi pada perpipaan, khususnya pada  $\text{pH} < 6,5$  dan  $> 9,5$

- akan mempercepat terjadinya reaksi korosi pada pipa distribusi air minum. Selain itu, nilai pH jumlah mikroorganisme patogen semakin banyak dan ini sangat membahayakan bagi kesehatan manusia.
- b. Zat padat total (total *solid*) merupakan bahan yang tertinggal sebagai residu pada penguapan dan pengeringan pada suhu 103 - 105°C.
  - c. Zat organik sebagai KMnO<sub>4</sub>. Zat atau bahan organik yang berlebihan dalam air akan mengakibatkan timbulnya bau yang tidak sedap.
  - d. CO<sub>2</sub> yang terdapat dalam air berasal dari udara dan hasil dekomposisi zat organik.
  - e. Kesadahan adalah sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion (kation) logam valensi, misalnya Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>+</sup>, dan Mn<sup>+</sup>. Kesadahan total adalah kesadahan yang disebabkan oleh adanya ion-ion Ca<sup>2+</sup> dan Mg<sup>2+</sup> secara bersama-sama. Air sadah menyebabkan pemborosan pemakaian sabun pencuci dan mempunyai titik didih yang lebih tinggi dibandingkan air biasa.
  - f. Kalsium dalam air minum dalam batas-batas tertentu diperlukan untuk pertumbuhan tulang dan gigi. Nilai Ca lebih dari 200 mg/l dapat menyebabkan korosi dalam pipa.
  - g. Zat-zat lain yang selalu ada dalam air adalah besi dan mangan. Besi merupakan logam yang menghambat proses desinfeksi. Hal ini disebabkan karena daya pengikat klor (DPC) selain digunakan untuk mengikat zat organik, juga digunakan untuk mengikat besi dan mangan, sehingga sisa klor menjadi lebih sedikit dan hal ini memerlukan desinfektan yang semakin besar pada proses pengolahan

- air. Selain itu besi dan mangan menyebabkan warna air menjadi keruh.
- h. Pada kadar yang lebih besar dari 1 mg/l akan menyebabkan rasa tidak enak pada lidah dan dapat menimbulkan kerusakan pada hati.
  - i. Kelebihan kadar Seng (Zn) > 5 mg/l dalam air minum menyebabkan rasa pahit.
  - j. Kadar Chloride (Cl) yang melebihi 250 mg/l akan menyebabkan rasa asin dan korosif pada logam.
  - k. Kelemahan nitrit dapat menyebabkan methamoglobinemia terutama pada bayi yang mendapatkan konsumsi air minum yang mengandung nitrit.
  - l. Kadar Flourida < 1 mg/l menyebabkan kerusakan gigi atau carries gigi. Sebaiknya bila terlalu banyak akan menyebabkan gigi berwarna kecoklatan.
  - m. Adanya logam-logam berat (Pb, As, Se, Cd, Cr, Hg, CN) dalam air akan menyebabkan gangguan pada jaringan syaraf, pencernaan, metabolisme oksigen, dan kanker.
3. Syarat-syarat bakteriologis atau mikrobiologis Air minum tidak boleh mengandung kuman-kuman patogen dan parasitik seperti kuman-kuman *thypus*, *kolera*, *dysentri* dan *gastroenteritis*. Karena apabila bakteri patogen dijumpai pada air minum maka akan mengganggu kesehatan atau timbul penyakit. Untuk mengetahui adanya bakteri patogen dapat dilakukan dengan pengamatan terhadap ada tidaknya bakteri E. Coli yang merupakan bakteri indicator pencemar air.

4. Syarat-syarat Radiologis Air minum tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan bahan-bahan yang mengandung radioaktif, seperti sinar alfa, beta, dan gamma

### **2.5.2. Persyaratan Kualitatif**

Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kebutuhan daerah dan jumlah penduduk yang akan dilayani. Persyaratan kuantitas juga dapat ditinjau dari standar debit air bersih yang dialirkan ke konsumen sesuai dengan jumlah kebutuhan air bersih.

### **2.5.3. Persyaratan Kontinuitas**

Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kebutuhan daerah dan jumlah penduduk yang akan dilayani. Persyaratan kuantitas juga dapat ditinjau dari standar debit air bersih yang dialirkan ke konsumen sesuai dengan jumlah kebutuhan air bersih.

Air baku untuk air bersih harus dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan. Kontinuitas juga dapat diartikan bahwa air bersih harus tersedia 24 jam per hari, atau setiap saat diperlukan, kebutuhan air tersedia. Akan tetapi kondisi ideal tersebut hampir tidak dapat dipenuhi pada setiap wilayah di Indonesia, sehingga untuk menentukan tingkat kontinuitas pemakaian air dapat dilakukan dengan cara pendekatan aktifitas konsumen

terhadap prioritas pemakaian air. Prioritas pemakaian air yaitu minimal selama 12 jam per hari, yaitu pada jam-jam aktifitas kehidupan, yaitu pada pukul 06.00 – 18.00 WIB.

Kontinuitas aliran sangat penting ditinjau dari dua aspek. Pertama adalah kebutuhan konsumen. Sebagian besar konsumen memerlukan air untuk kehidupan dan pekerjaannya, dalam jumlah yang tidak ditentukan. Karena itu, diperlukan pada waktu yang tidak ditentukan. Karena itu, diperlukan *reservoir* pelayanan dan fasilitas energi yang siap setiap saat.

Sistem jaringan perpipaan didesain untuk membawa suatu kecepatan aliran tertentu. Kecepatan dalam pipa tidak boleh melebihi 0,6–1,2 m/dt. Ukuran pipa harus tidak melebihi dimensi yang diperlukan dan juga tekanan dalam sistem harus tercukupi. Dengan analisis jaringan pipa distribusi, dapat ditentukan dimensi atau ukuran pipa yang diperlukan sesuai dengan tekanan minimum yang diperbolehkan agar kuantitas aliran terpenuhi.

#### **2.5.4. Prediksi Kebutuhan Air**

Kebutuhan air yang dimaksud adalah kebutuhan air yang digunakan untuk menunjang segala kegiatan manusia, meliputi air bersih domestic dan non domestik, air irigasi baik pertanian maupun perikanan, dan air untuk penggelontoran kota. Air bersih digunakan untuk memenuhi kebutuhan:

- a. Kebutuhan air domestik dimana dibutuhkan untuk keperluan rumah tangga.
- b. Kebutuhan air non dosmetik dibutuhkan untuk industri, pariwisata, tempat ibadah, tempat sosial, serta tempat-tempat komersial atau tempat umum lainnya

### 2.5.5. Pengelolaan Air Bersih

Konservi air dapat dilakukan dengan cara meningkatkan pemanfaatan air permukaan dan air tanah. Pengelolaan air permukaan dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain:

a. Pengendalian aliran permukaan

Pengendalian air permukaan dilakukan dengan cara memperpanjang waktu air tertahan di permukaan tanah dan meningkatkan jumlah air yang masuk ke dalam tanah.

b. Pemanenan air hujan

Pemanenan air hujan digunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga dan ternak, terutama menjelang dan selama musim kemarau panjang. Cara yang dilakukan yaitu dengan pengumpulan air hujan yang mengucur dari atap rumah.

c. Meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah

Kapasitas infiltrasi tanah dapat ditingkatkan dengan memperbaiki struktur tanah. Cara yang paling efektif dalam meningkatkan kapasitas infiltrasi adalah dengan menutup tanah yang cukup, baik dengan tumbuhan atau mulsa, atau dengan memberikan bahan organik.

Menurut Depkes RI (1982), bahwa proses penjernihan air sangat berpengaruh pada keadaan air dan keadaan musim. Air yang sangat keruh pada umumnya mudah dikoagulasi dengan baik pada musim dingin dan musim panas. Kekeruhan yang ditimbulkan oleh adanya gumpalan-gumpalan tanah liat yang terjadi pada musim dingin akan menimbulkan kesulitan dalam proses penjernihan. Karena pada musim dingin, temperature

rendah dan tanah liat mengalami kekurangan inti flocc (floc nuclei). Cara untuk mengatasi keadaan tersebut, maka activated silica dan polycrillites dalam teori Jartes terbukti ketangguhannya. Activated silica bersama filter alum sering digunakan sebagai bahan penjernih air. Salah satu tujuan pengolahan air dengan jartes adalah menghasilkan air bersih yang jernih dan tak berwarna. Air permukaan biasanya mengandung bahan-bahan yang tersuspensi yang disebut kekeruhan (turbidity). Sebagian besar penyebab kekeruhan terdiri dari tanah atau lumpur dengan bermacam-macam ukuran dan jumlahnya. Jika air keruh yang tidak diolah langsung disaring dengan saringan pasir cepat, hanya sebagian saja lumpur atau tanah liat yang tersaring. Untuk menghilangkan kekeruhan akan member hasil yang lebih baik dengan memberikan coagulant sulfat ( $Al_2SO_4$ ) ke dalam air, diaduk dengan cepat dalam waktu pendek, diaduk perlahan dalam waktu yang lebih lama (suatu proses flocculasi atau coagulasi) dan diendapkan dalam waktu yang lebih lama lagi. Selama tahap-tahap ini koagulant membentuk “floc” yang akan menarik dan mengikat partikel kecil, warna, lumpur, algae dan partikel lainnya. Hasil pengikat floc dan benda butiran, karena lebih berat dari pada air, sebagian besar akan mengendap dalam bak pengendap. Bagianbagian yang tidak dapat mengendap, yang telah menjadi lebih besar dari kekeruhan semula., menjadi lebih mudah dipisahkan dari air dengan menggunakan saringan pasir. Dengan demikian koagulasi merubah kekeruhan dengan daya endap dan daya filtrasi yang rendah menjadi banyak gumpalan-gumpalan yang lebih besar yang dapat mengendap dan disaring dengan hasil yang lebih baik. Jartes dilakukan untuk menunjukkan jenis dan



berapa banyak dan berapa jauh pengolahan secara kimia yang akan memberikan hasil yang baik dalam instalasi pengolahan. Banyak macam bahan kimia yang harus ditambahkan pada penyediaan air dapat diperhitungkan dengan penentuan laboratorium dengan cara jartes. Diantara bahan kimia yang penting adalah coagulant aids (bahan tambahan koagulant), senyawa alkali, kapur, sodaabu dan karbon aktif untuk menghilangkan bau dan rasa. Bahan-bahan tersebut ditambahkan sewaktu akan dilaksanakan.

Menurut Departemen Kesehatan RI (1995), beberapa factor yang harus dipertimbangkan dalam pengolahan air dengan cara desinfeksi air adalah:

1. Daya dalam membunuh mikroorganisme pathogen, yang berjenis bakteri, virus, protozoa dan cacing.
2. Tingkat kemudahan dalam memantau konsentrasinya dalam air.
3. Kemampuan dalam memproduksi residu yang akan berfungsi sebagai pelindung kualitas air pada system distribusi.
4. Kualitas warna, rasa dan bau dari air yang didesinfeksi.
5. Teknologi pengadaan dan penggunaan yang tersedia.
6. Faktor ekonomi.

## 2.6 Syarat-Syarat Air Minum

Pada umumnya ditentukan pada beberapa standar (patokan) yang pada dari segi kualitas air minum harus memenuhi:

### 2.6.1. Syarat Fisik

Secara fisik air minum harus dalam kondisi (Sutrisno, 2004:21):

- a. Air tidak boleh berwarna.
- b. Air tidak boleh berasa
- c. Air tidak boleh berbau.
- d. Suhu air hendaknya di bawah sela udara (sejuk  $\pm 25^{\circ}$  C)

### 2.6.2. Air harus jernih

Syarat-syarat kekeruhan dan warna harus dipenuhi oleh setiap jenis air minum dimana dilakukan penyaringan dalam pengolahannya. Kadar yang disyaratkan dan tidak boleh dilampaui adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1. Syarat-syarat kadar kekeruhan dan warna untuk air minum

	<b>Kadar (bilangan) yang Disyaratkan</b>	<b>Kadar (bilangan) yang tidak boleh dilampaui</b>
<b>Keasaman sebagai PK</b>	7,0 – 8,5	Di bawah 6,5 dan di atas 9,5
<b>Bahan-bahan padat</b>	Tidak melebihi 50 mg/l	Tidak melebihi 1.500 mg/l
<b>Warna (skala Pt CO)</b>	Tidak melebihi kesatuan	Tidak melebihi 50 kesatuan
<b>Rasa</b>	Tidak mengganggu	-
<b>Bau</b>	Tidak mengganggu	-

Sumber: (Sutrisno, 2004)

### 2.6.3. Syarat-syarat Kimia

Air minum tidak boleh mengandung racun, zat-zat mineral atau zat-zat kimia tertentu dalam jumlah melampaui batas yang telah ditentukan.

### 2.6.4. Syarat-syarat mikrobiologis

Air minum tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (patogen) sama sekali dan tak boleh mengandung bakteri golongan coli melebihi batasbatas yang telah ditentukannya yaitu 1 Coli/100 ml air. Bakteri patogen yang mungkin ada dalam air diantaranya: kuman-kuman thypus, kolera, disentri, entamoeba hystolotica dan bakteri enteritis (penyakit perut) (Sutrisno,2010:23).

## 2.7 Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi adalah sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Sistem ini ini terdiri dari reservoir dan pipa distribusi.

Dua hal penting yang harus diperhatikan pada sistem distribusi adalah tersedianya jumlah air yang cukup dan tekanan yang memenuhi (kontinuitaspelayanan), serta menjaga keamanan kualitas air yang berasal dari instalasi pengolahan.

Tugas pokok sistem distribusi air bersih adalah menghantarkan air bersih kepada para pelanggan yang akan dilayani, dengan tetap memperhatikan faktor

kualitas, kuantitas dan tekanan air sesuai dengan perencanaan awal. Faktor yang didambakan oleh para pelanggan adalah ketersediaan air setiap waktu.

Sistem jaringan perpipaan berfungsi untuk mengalirkan zat cair dari satu tempat ke tempat yang lain. Aliran terjadi karena adanya perbedaan tinggi tekanan di kedua tempat, yang bisa terjadi karena adanya perbedaan tinggi tekanan di kedua tempat, yang bisa terjadi karena adanya perbedaan elevasi muka air atau karena digunakan pompa (Triatmodjo, 1993)

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

Cara pengaliran gravitasi digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan. Cara ini dianggap cukup ekonomis, karena hanya memanfaatkan beda ketinggian lokasi.

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

Komponen sistem jaringan perpipaan ada tiga yaitu sistem sumber yang terdiri dari system pengambilan air bersih. Dalam sistem ini ada beberapa macam sumber penyediaan air bersih diantaranya air hujan, air permukaan dan air tanah.

Sistem transmisi suatu system perpipaan yang mengalirkan air dari bangunan penyadap air baku ke bangunan pengolahan air sampai reservoir distribusi. Sistem distribusi yaitu sistem distribusi yaitu system perpipaan yang mengalirkan air dari reservoir sampai ke konsumen.

Terdapat beberapa perlengkapan untuk menunjang sistem distribusi air bersih yaitu sebagai berikut:

1. *Reservoir* berfungsi untuk menampung air bersih yang telah diolah dan mem beri tekanan. Jenis *reservoir* meliputi: *Ground Reservoir* (bangunan penampung air bersih di bawah permukaan tanah) dan *Elevated Reservoir* (bangunan penampung air yang terletak di atas permukaan tanah dengan ketinggian tertentu sehingga tekanan air pada titik terjauh masih tercapai).
2. Bahan pipa yang biasa dipakai untuk pipa induk adalah pipa galvanis, bahan pipa cabang adalah PCV sedangkan untuk pipa dinas dapat digunakan pipa dari jenis PVC atau galvanis. Keuntungan jika memakai pipa galvanis adalah pipa tidak mudah pecah bila tekanan air yang mengalir cukup besar atau mendapat tekanan dari luar yang cukup berat meskipun harganya relatif mahal. Sedangkan untuk pipa PVC akan lebih mudah pecah walaupun dari segi harga lebih murah.
3. *Valve* berfungsi untuk mengatur arah aliran air dalam pipa dan menghentikan air suatu daerah apabila terjadi kerusakan.
4. Meter air berfungsi untuk mengukur besar aliran yang melalui suatu pipa.
5. *Flow Restrictor* berfungsi untuk pembatas air baik untuk rumah maupun kran umum agai aliran merata.

6. Sok berfungsi untuk menyambungkan pipa pada posisi lurus. Sok dibedakan menjadi sok turunan (menghubungkan dua pipa yang mempunyai diameter berbeda) dan sok adaptor (menghubungkan dua pipa yang mempunyai tipe yang berbeda, misalnya PVC dengan GI)
7. Flens berfungsi untuk menyambung pipa. Penyambungan dengan flens dilakukan untuk pipa yang kedudukannya di atas permukaan tanah dengan diameter yang lebih besar dari 50 mm. Flens diperlukan dalam bentuk flens adaptor.
8. *Water mul* dan nipel berfungsi untuk menyambung pipa dalam posisi lurus. Pipa ini dapat dibuka kembali meskipun kedudukan pipa-pipa yang disambung dalam keadaan mati.
9. Penyambung gibault dipakai khusus menyambung pipa asbesatos semen.
10. *Dop* dan *plug* berfungsi untuk menutup ujung akhir pada pipa.
11. *Bend* berfungsi untuk menyambung pipa yang posisinya membentuk sudut satu sama lainnya. Sudut bend yang tersedia:  $9^\circ$  ,  $45^\circ$  ,  $22\frac{1}{2}$  ,  $111\frac{1}{4}$ .
12. *Tee* berfungsi untuk menyambung pipa bila ada percabangan tiga pipa yang saling tegak lurus.

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui system perpipaan dari bangunan pengolahan (reservoir) ke daerah pelayanan (konsumen). Dalam perencanaan sistem distribusi air bersih, beberapa faktor yang harus diperhatikan antara lain adalah:

1. Daerah layanan dan jumlah penduduk yang akan dilayani Daerah layanan ini meliputi wilayah IKK (Ibukota Kecamatan) atau wilayah

Kabupaten/Kotamadya. Jumlah penduduk yang dilayani tergantung pada kebutuhan, kemauan/minat dan kemampuan atau tingkat social ekonomi masyarakat, sehingga dalam satu daerah layanan belum tentu semua penduduk terlayani.

2. Kebutuhan air, dimana kebutuhan air adalah debit air yang harus disediakan untuk distribusi daerah pelayanan.
3. Letak Topografi Daerah Layanan, yang akan menentukan sistem jaringan dan pola aliran yang sesuai.
4. Jenis sambungan dalam sistem distribusi air bersih dibedakan menjadi:
  - e. Sambungan Halaman: yaitu sambungan pipa distribusi dari pipa induk/pipa utama ke tiap-tiap rumah atau halaman.
  - f. Sambungan Rumah: yaitu sambungan pipa distribusi dari pipa induk/pipa utama ke masing-masing utilitas rumah tangga.
  - g. Hidran umum: merupakan pelayanan air bersih yang digunakan secara komunal pada suatu daerah tertentu untuk melayani 100 orang dalam setiap hidran umum.
  - h. Terminal air: adalah distribusi air melalui pengiriman tangki-tangki air yang diberikan pada daerah-daerah kumuh, daerah terpencil atau daerah yang rawan air bersih.
  - i. Kran Umum: merupakan pelayanan air bersih yang digunakan secara komunal pada kelompok masyarakat tertentu, yang mempunyai minat tetapi kurang mampu dalam membiayai penyambungan pipa ke masing-masing rumah. Biasanya 1 (satu) kran umum dipakai untuk melayani kurang lebih 20 orang.

## 2.8 Terjadinya Air Tanah

Untuk menguraikan terjadinya air tanah diperlukan peninjauan kembali bagaimana dan dimana air tanah tersebut berada. Distribusinya di bawah permukaan tanah dalam arah vertikal dan horizontal harus dimasukkan dalam pertimbangan. Zona geologi yang sangat mempengaruhi air tanah, dan strukturnya dalam arti kemampuannya untuk menyimpan dan menghasilkan air harus diidentifikasi. Dengan anggapan bahwa kondisi hidrologi menyediakan air kepada zona bawah tanah, maka lapisan-lapisan bawah tanah akan melakukan distribusi dan mempengaruhi gerakan air tanah, sehingga peranan geologi terhadap air tanah tidak dapat diabaikan.

### 2.8.1. Asal Air Tanah

Hampir semua air tanah dapat dianggap sebagai bagian dari daur hidrologi, termasuk air permukaan dan air atmosfer. Sejumlah kecil air tanah yang berasal dari sumber lain dapat pula masuk kedalam dasar tersebut. Air connate adalah air yang terperangkap dalam rongga-rongga batuan sedimen pada saat diendapkan. Air tersebut dapat berasal dari air laut atau air tawar, dan bermineral tinggi. Air yang berasal dari magma gunung berapi atau kosmik yang bercampur dengan air terestik dinamakan air juvenile. Dilihat menurut sumbernya, air juvenile dapat disebut air magma, air vulkanik atau air kosmik.

### 2.8.2. Gerakan Air Tanah

Gerakan air tanah dalam keadaan sebenarnya tidak berubah. Gerakan tersebut dikuasai oleh prinsip-prinsip hidrolika yang telah tersusun baik. Terhadap aliran tanah lewat akuifer, yang pada umumnya merupakan media



tiris, dapat diberlakukan hukum Darcy. Permeabilitas, yang merupakan ukuran kemudahan aliran lewat media tersebut, merupakan konstanta yang penting dalam persamaan aliran.

Penentuan besarnya permeabilitas secara langsung dapat dilakukan melalui pengukuran-pengukuran dilapangan atau di laboratorium. Informasi mengenai gerakan air tanah dapat diperoleh dengan memberikan suatu zat ke dalam aliran yang kemudian dirumut dalam ruang dan waktu. Dari hukum Darcy dan persamaan kontinuitas persamaan umum aliran air tanah dapat di cari.

#### 1. Sungai

Sungai merupakan daerah yang dilalui badan air yang bergerak dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah dan melalui permukaan atau bawah tanah. Karena itu, dikenal istilah sungai dan sungai bawah tanah. Dalam tulisan ini hanya dibahas sungai permukaan. Sebuah sungai dapat dibedakan menjadi hulu, hilir, dan muara.

Sungai bagian hulu dicirikan dengan badan sungai yang dangkal dan sempit, tebing curam dan tinggi, berair jernih dan mengalir cepat. Sungai bagian hilir umumnya lebih lebar, tebingnya curam atau landai, badan air dalam, keruh, aliran air lambat. Sedangkan muara adalah bagian sungai yang berbatasan dengan laut. Di bagian sungai ini mempunyai tebing landai dan dangkal, badan air dalam, keruh serta mengalir lambat (Kordi dan Tancung, 2010).

## 2. Danau

Danau adalah wilayah yang digenangi badan air sepanjang tahun serta terbentuk secara alami. Pembentukan danau terjadi karena gerakan kulit bumi sehingga bentuk dan luasnya sangat bervariasi. Danau yang terbentuk sebagai akibat gaya tektonik kadang-kadang badan airnya mengandung bahan-bahan dari perut bumi seperti belerang dan panas bumi. Bahan belerang bersifat racun bagi organisme, sedangkan panas bumi dalam batas tertentu menyuburkan perairan (Kordi dan Tancung, 2010).

### 2.8.3. Pengolahan Air Tanah

Proses pengolahan air baku air tanah adalah proses yang tidak selengkap pengolahan air permukaan. Beberapa proses pengolahan yang tidak lengkap adalah proses pengolahan untuk menghilangkan kesadahan dengan penambahan kapur dan soda, sehingga bangunan yang diperlukan adalah bak pengaduk cepat, flokulator, bak pengendap disamping bak recarbonisasi untuk penambahan CO<sub>2</sub> dan seterusnya. Beberapa alternatif proses pengolahan dengan air baku air tanah adalah sebagai berikut:

1. Air tanah yang sifatnya aerobik, kualitas atau kandungan bahan-bahan kimia yang ditemui, masih memenuhi persyaratan, tetapi sedikit bersifat asam sehingga diperlukan pengolahan terhadap kadar pH agar pH menjadi naik.
2. Air tanah yang sifatnya anaerobik, biasanya banyak mengandung unsur-unsur besi, mangan, amonia, dan H<sub>2</sub>S. Sistem yang sesuai adalah aerasi

yang berfungsi untuk mendapatkan oksigen, *me-remove* H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub> dan mereduksi konsentrasi CO<sub>2</sub>.

## 2.9 Sistem Air Bersih yang Ada

Ditinjau dari cara pengadaan air untuk berbagai macam keperluan bagi masyarakat Kabupaten Deli Serdang dapat digolongkan atas beberapa macam, yaitu:

### 2.9.1. Sistem Individu

Sistem pengadaan air bersih secara individu pada umumnya menggunakan sumur-sumur terbuka maupun sumur bor dangkal. Cara ini dilakukan pada bagian kota yang belum terjangkau sistem air bersih dari PDAM. Mengenai kualitas airnya ditinjau dari segi fisiknya, air sumur yang ada pada umumnya tidak memenuhi syarat kimianya dan tidak dapat dipertanggungjawabkan terhadap aspek kesehatan, sedangkan kuantitasnya kadang - kadang masih sering mengalami kekeringan pada musim kemarau yang panjang (Maindoka dan Panjaitan, 2011)

### 2.9.2. Sistem Air Bersih PDAM

PDAM Kabupaten Deli Serdang berbentuk perusahaan daerah dengan volume air yang diproduksi pada tahun 2011 sebesar 67,5 l/s. Sumber air PDAM Kabupaten Deli Serdang berasal dari Sungai, Danau, dan Mata air. Yang langsung di distribusikan kepada penduduk setelah melalui proses penjernihan

## 2.10 Sistem Penyediaan Air Bersih

### 2.10.1. Sistem Perpipaan

Sistem perpipaan Sistem ini menggunakan pipa sebagai sarana pendistribusian air. Unit pelayanannya dapat menggunakan Sambungan Rumah (SR), Sambungan Halaman dan Sambungan Umum. Untuk mendistribusikan air bersih dengan perpipaan terdapat beberapa sistem pengaliran yang tergantung pada beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut adalah keadaan topografi, lokasi sumber air baku, dan elevasi daerah layanan. Sistem pengaliran tersebut antara lain:

#### 1. Pengaliran gravitasi

Sistem pengaliran dengan gravitasi dilakukan dengan memanfaatkan tekanan akibat beda elevasi muka tanah, dalam hal ini jika daerah pelayanan terletak lebih rendah dari sumber air. Diperlukan beda elevasi antara sumber dan daerah layanan yang cukup besar sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan.

#### 2. Pengaliran pemompaan

Sistem pengaliran dengan pemompaan digunakan di daerah yang relatif datar dan tidak memiliki beda elevasi yang cukup besar. Distribusi air ke daerah layanan dengan mengandalkan tekanan dari pompa. Pada sistem ini tekanan sistem yang optimal perlu diperhitungkan sehingga tidak terjadi kelebihan atau kekurangan tekanan yang dapat mengganggu sistem pengaliran.

### 3. Sistem kombinasi

Sistem ini merupakan sistem gabungan dari sistem gravitasi dan sistem pemompaan. Pada sistem ini, air sebelum didistribusikan terlebih dahulu ditampung di *reservoir*. Pendistribusian air dapat dilakukan melalui sistem gravitasi maupun sistem pemompaan.

Rangkaian dari beberapa pipa dalam distribusi air bersih/ minum disebut jaringan pipa. Bentuk sistem jaringan perpipaan tergantung pada pola jalan yang ada dan jalan rencana. Selain itu juga bergantung pada topografi, pola perkembangan daerah pelayanan dan lokasi instalasi pengolahan. Pada dasarnya ada dua pola sistem jaringan distribusi yaitu sistem cabang dan sistem *loop*.

1. Sistem cabang Sistem cabang adalah sistem pendistribusi air bersih yang bersifat terputus membentuk cabang-cabang sesuai dengan daerah layan. Pada sistem ini air mengalir dalam satu arah dan area layan disuplai melalui satu jalur pipa utama.
2. Sistem *loop* Sistem *loop* terdiri dari pipa-pipa utama dan sekunder yang saling berhubungan satu sama lain dan membentuk *loop* (melingkar).

#### 2.10.2. Sistem non perpipaan

Sistem distribusi ini tidak menggunakan pipa. Unit pelayanannya adalah Sumur Umum, Hidran Umum (HU) serta terminal air (kendaraan dengan tangki air/*water tank*). Sumur umum merupakan pelayanan air bersih yang digunakan secara komunal pada kelompok masyarakat yang umumnya tiap satu sumur umum dipakai untuk melayani kurang lebih 20 orang. Hidran umum adalah pelayanan air bersih yang digunakan secara

komunal pada suatu daerah tertentu untuk melayani 100 orang dalam setiap hidran umum. Sedangkan terminal air adalah distribusi air melalui tangki-tangki air yang diberikan pada daerah-daerah terpencil atau daerah yang rawan air bersih.

## 2.11 Studi Kebutuhan Air Bersih

Untuk sebuah sistem penyediaan air minum, perlu diketahui besarnya kebutuhan dan pemakaian air. Kebutuhan air dipengaruhi oleh besarnya populasi penduduk, tingkat ekonomi dan faktor-faktor lainnya. Oleh karena itu, data mengenai keadaan penduduk daerah yang akan dilayani dibutuhkan untuk memudahkan permodelan evaluasi sistem distribusi air minum.

### (1) Kebutuhan Domestik

Menurut Kindler and Russel (1984), kebutuhan air untuk tempat tinggal (kebutuhan domestik) meliputi semua kebutuhan air untuk keperluan penghuni. Meliputi kebutuhan air untuk mempersiapkan makanan, toilet, mencuci kendaraan dan untuk menyiram pekarangan. Tingkat kebutuhan air berdasarkan keadaan alam di area pemukiman, banyaknya penghuni rumah, karakteristik penghuni serta ada atau tidaknya penghitungan pemakaian air. Sedangkan menurut Linsey and Franzini (1986), penggunaan rumah tangga adalah air yang dipergunakan di tempat-tempat hunian pribadi, rumah-rumah apartemen dan sebagainya untuk minum, mandi, penyiraman taman, saniter dan tujuan-tujuan lainnya. Taman dan kebun-kebun yang luas mengakibatkan sangat meningkatnya konsumsi pada masa-masa kering.

Penggunaan air kota dan jumlah-jumlah yang dipakai di Amerika Serikat menurut Linsey and Franzini (1986), untuk keperluan rumah tangga berkisar antara 40-80 GPCD (gallon per kapita per hari) atau 150-300 LPCD (liter per kapita per hari) dan umumnya berkisar antara 65 GPCD (gallon per kapita per hari) atau 250 LPCD (liter per kapita per hari), sedangkan menurut Kindler and Russel (1984), penggunaan air rata-rata untuk rumah tangga adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Penggunaan Air Rata-rata Untuk Rumah Tangga

Jenis Kegiatan	Kebutuhan Air (liter/orang/hari)
Dapur	45
Kamar Mandi	60
Toilet	70
Mencuci Pakaian	45
Lainnya (termasuk keperluan diluar rumah)	75
Total	295

Sumber: J. Kindler and C.S. Russel, 1984

### (2) Kebutuhan Non Domestik

Kebutuhan non domestik adalah kebutuhan air bersih selain untuk keperluan rumah tangga dan sambungan kran umum, seperti penyediaan air bersih untuk perkantoran, perdagangan serta fasilitas sosial seperti tempat-tempat ibadah, sekolah, hotel, puskesmas, serta pelayanan jasa umum lainnya.

### (3) Kebocoran Air

Jumlah air yang tidak tercatat terutama disebabkan oleh kebocoran air dan adanya meter air tanpa registrasi, tetapi juga termasuk air yang digunakan

untuk pemadam kebakaran, pencuci jalan, pembilas pipa/saluran, dan pelayanan air tanpa meter air. Kadang-kadang terjadi kesalahan pembacaan meter air sambungan liar, dan lainnya yang secara total meningkatkan jumlah air yang tidak tercatat.

Untuk penentuan kebutuhan air, kebocoran air merupakan salah satu faktor utama, karena definisi dari kebocoran air adalah perbedaan antara jumlah air yang diproduksi oleh produsen air dan jumlah air yang terjual kepada konsumen sesuai dengan yang tercatat di meter-meter air pelanggan.

Besarnya persentasi jumlah air yang tidak tercatat dapat diambil sebagai patokan dari tingkat kemampuan sistem pengadaan air bersih. Sistem yang mempunyai 10-15% kebocoran total, dianggap berkemampuan sangat bagus dan sistem distribusi air dengan kebocoran airnya antara 10%-20% masih dianggap pantas. Sedangkan kebocoran di atas 30% dianggap buruk dan harus dilakukan upaya-upaya untuk mengurangnya.

Kebocoran terjadi mulai dari sumber air sampai kepada pemakaian. Dari sumber WTP kebocoran atau kehilangan air terjadi pada suplai air baku, sedangkan mulai WTP sampai pemakaian kebocoran terjadi pada suplai air bersih. Penyebab kebocoran air baku (atau kehilangan air) dari sumber sampai WTP bermacam-macam, antara lain: pencurian air, bocor di sistem infrastruktur pengairan, dialihkan untuk lain, sumber berkurang karena terjadi alih fungsi lahan di DAS atau CAT, dan degradasi lingkungan. Untuk suplai air baku sampai ke WTP, kuantitas air tergantung di banyak pihak, banyak faktor dan banyak aspek. Domain berkelanjutan sumber air sangat bergantung dari pengelolaan sumber daya air baik di DAS maupun di CAT.



Secara umum kapasitas sumber air baik air permukaan maupun air tanah cenderung turun.

Kebocoran air pada sistem suplai air bersih mulai dari WTP sampai pemakai dibedakan menjadi dua, yaitu:

- Kebocoran Fisik: kehilangan air secara fisik disebabkan oleh berbagai hal seperti, bocornya sumber air akibat kerusakan bangunannya, kebocoran pipa baik di transmisi maupun distribusi, di saluran terbuka karena kerusakan dinding atau dasar saluran, air di dalam reservoir yang melimpas keluar, penguapan, pemadam kebakaran, pencuci jalan, pembilas pipa/saluran, dan pelayanan air tanpa meter air kadang-kadang terjadi sambungan yang tidak tercatat.
- Kebocoran Administrasi: jumlah air yang bocor secara administrasi terutama disebabkan meter air tanpa registrasi, juga termasuk kesalahan di dalam sistem pembacaan, jumlah air yang diambil tidak sesuai dengan peruntukannya, pengumpulan dan pembuatan rekening yang berpengaruh baik secara langsung ataupun tidak langsung terhadap kebocoran air. (Robert Kodoatie & Roestam Sjarief, 2008) Penyebab kehilangan air ada beberapa faktor, yaitu seperti tabel 2.3. berikut:

Tabel 2.3 Penyebab kehilangan air

KEBOCORAN TEKNIS	KEBOCORAN NON TEKNIS
1. Pengurasan Pipa	1. Tetesan air dari kran pelanggan
2. Pengurasan lumpur pada instalasi pengolahan air	2. Pengurangan tagihan air pada sambungan bermeter
3. Pencucian saringan pasir	3. Penggunaan air melalui sambungan liar
4. Operasi pompa	4. Kehilangan air akibat meter yang tidak teliti
5. Kebocoran pipa transmisi	5. Penggunaan air melalui sambungan resmi tanpa meteran
6. Penggunaan air dan kebocoran pada instalasi pengolahan air, reservoir dan pompa	6. Kesalahan membaca meteran air dan kesalahan membuat rekening
7. Pengurangan pipa distribusi	
8. Penggunaan pemadam kebakaran	
9. Kebocoran jaringan pipa distribusi termasuk Sambungan Rumah (SR)	

Sumber: Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 1996

Untuk kasus kehilangan air, maka penanggulangan air juga sudah diberikan, yaitu:

1. Pembentukan sistem monitoring
2. Pencarian dan identifikasi sumber-sumber kehilangan air
3. Pengolahan data pelanggan untuk identifikasi kehilangan air non fisik
4. Inspeksi dan deteksi kebocoran pipa
5. Meterisasi sambungan rumah dan penyempurnaan pengolahan data dan sistem tagihan serta melalui program penyuluhan
6. Pembenahan jaringan dan sistem tekanan

*(Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 1996)*

Tabel 2.4. Kriteria Perencanaan Air Bersih

URAIAN	KATEGORI KOTA BERDASARKAN JUMLAH PENDUDUK (JIWA)				
	>1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	<20.000
	Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
1	2	3	4	5	6
Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (liter/orang/hari)	190	170	130	100	80
Konsumsi Unit Hidran (HU) (liter/orang/hari)	30	30	30	30	30
Konsumsi Unit Non Domestik (liter/orang/hari)	20-30	20-31	20-32	20-33	20-34
Kehilangan Air (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
Faktor Hari Maksimum	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Faktor Jam Puncak	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Jumlah Jiwa per SR (jiwa)	5	5	5	5	5
Jumlah Jiwa per HU (jiwa)	100	100	100	100-200	200
Sisa Tekan di Penyediaan Distribusi (Meter)	10	10	10	10	10
Jam Operasi (jam)	24	24	24	24	24
Volume Reservoir (%) Max Day Demand)	15-25	15-25	15-25	15-25	15-25
SR:HU	50 : 50 s/d 80 : 20	50 : 50 s/d 80 : 20	80 : 20	70 : 30	70 : 30
Cakupan Wilayah Pelayanan (%)	90	90	90	90	70

Sumber: Direktorat Jendral Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, 1996

## 2.12 Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik sangat ditentukan oleh jumlah penduduk, dan konsumsi per kapita. Kecenderungan populasi dan sejarah populasi dipakai sebagai dasar perhitungan kebutuhan air domestik terutama dalam penentuan kecenderungan laju pertumbuhan (Growth Rate Trends). Pertumbuhan ini juga tergantung dari rencana pengembangan tata ruang.

Estimasi populasi untuk masa yang datang merupakan salah satu parameter utama dalam penentuan kebutuhan air domestik. Laju penyambungan juga menjadi parameter yang dipakai untuk analisis. Propensitas untuk penyambungan perlu diketahui dengan melakukan survai kebutuhan nyata terutama di wilayah yang sudah ada sistem penyambungan air bersih dari PDAM. Hal ini akan memberikan dampak terhadap perubahan harga dan sikap publik terhadap otoritas suplai air. Untuk penentuan penyambungan di masa yang akan datang maka laju penyambungan yang ada saat ini dapat dipakai sebagai dasar analisis.

Daerah perkotaan atau semi perkotaan perlu dianalisis mengingat karakteristik kebutuhan airnya di dua daerah tersebut berbeda. (Robert Kodoatie & Roestam Sjarief, 2008)

## 2.13 Kebutuhan Air Non-Domestik

Kebutuhan air non-domestik meliputi: pemanfaatan komersial, kebutuhan institusi dan kebutuhan industri. Kebutuhan air komersil untuk suatu daerah cenderung meningkat sejalan dengan peningkatan penduduk dan perubahan tataguna lahan. Kebutuhan ini bisa mencapai 20 sampai 25 persen dari total suplai (produksi) air.

Kebutuhan institusi antara lain meliputi kebutuhan-kebutuhan air untuk sekolah, rumah sakit, gedung-gedung pemerintah, tempat ibadah dan lain-lain. Untuk penentuan besaran kebutuhan ini cukup sulit karena sangat tergantung dari perubahan tataguna lahan dan populasi. Pengalaman menyebutkan angka 5% cukup representatif. Kebutuhan untuk industri saat ini dapat diidentifikasi namun untuk kebutuhan industri yang akan datang cukup sulit untuk mendapat data akurat. Hal ini disebabkan beragamnya jenis dan macam kegiatan industri. (Robert Kodoatie & Roestam Sjarief, 2008)

Untuk kebutuhan non-domestik tidak akan diperjelas lebih lanjut, karena pada penelitian ini Penulis fokus pada penelitian Kebutuhan Rumah Tangga (Kebutuhan Domestik).

#### **2.14 Permasalahan Air Bersih Penduduk**

Air bersih bagi penduduk di suatu wilayah merupakan suatu prasarana yang sangat penting untuk menunjang keberlangsungan daerah tersebut untuk berkembang. Sejalan dengan meningkatnya populasi penduduk, maka kebutuhan untuk air bersih pun meningkat, baik dalam kualitas maupun kuantitas. Air bukan lagi sebagai barang yang tersedia secara melimpah dan bebas digunakan, melainkan telah menjadi komoditi ekonomi yang makin langka, sehingga diperlukan pengelolaan yang tepat (Kodoatie & Robert, 2002). Oleh karena itu penyediaan prasarana air bersih merupakan sesuatu yang harus direncanakan dan dipersiapkan dengan matang. Air bersih di permukiman harus selalu tersedia dengan volume yang sesuai kebutuhan, jarak pengambilan dan waktu pengambilan yang mudah diakses oleh semua penduduk serta harga yang terjangkau. Kekurangan air bersih oleh masyarakat akan menimbulkan masalah

pada beberapa aspek yang akibatnya dapat terasa secara langsung atau tidak langsung oleh masyarakat. Bagi masyarakat yang mempunyai kemampuan ekonomi yang baik dapat memenuhi air bersih dengan membeli air dari bersih tangki yang dijual atau membeli air kemasan isi ulang. Sedangkan masyarakat miskin, dimana mereka sudah memiliki uang terbatas cara untuk memenuhi kebutuhan air bersih dengan cara mengurangi jumlah konsumsi air bersih atau memakai air apa saja yang tidak jelas kualitasnya. Seperti ini terjadi pada masyarakat yang ada di sebagian wilayah Kabupaten Agam, mereka banyak memakai air sungai, danau, air sumur yang tidak layak untuk keperluan sehari-harinya. Dengan mengurangi jumlah konsumsi air dibawah standar dan sumber air bersih yang digunakan tidak memenuhi kualitas air bersih berpengaruh pada menurunnya tingkat kesehatan. Masyarakat yang kurang sehat tidak dapat mengikuti pendidikan dengan baik dan tingkat produktivitasnya akan menurun karena sering sakit, pendapatan berkurang sedangkan pengeluaran bertambah karena harus membeli air bersih. Disini terlihat sekali pentingnya masyarakat mempunyai akses terhadap air bersih agar mereka dapat lebih sejahtera dikemudian hari.

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

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

pengeluaran melampaui 3 persen dari pendapatan rata-rata penduduk (Water Academy dalam Mungkasa, 2004).

2. Konsumsi air bersih menurun. Dengan tingginya biaya, jauh jarak dan waktu yang lama untuk mendapatkan air bersih menjadikan masyarakat tidak dapat memenuhi kebutuhan standar air bersih. Hilangnya pendapatan karena turunnya produktivitas dan bertambahnya biaya kesehatan. Dengan tidak adanya akses ke air bersih berpengaruh langsung atau tidak langsung pada pendapatan dan kesehatan karena banyak masyarakat yang terkena penyakit. Menurut Bappenas (2007) dalam Subagyo et al, (2013) akses terhadap air bersih meliputi 5 (lima) indikator yaitu kualitas, kuantitas, kontinuitas, kehandalan layanan, keterjangkauan (jarak, waktu, dan harga). Capaian dari sasaran pembangunan sektor air bersih sesuai dengan target MDG's dikendalikan dengan indikator pemantauan berupa proporsi/jumlah penduduk yang menggunakan sumber air bersih yang terjaga/improved water source (UNESCO-International Hydrological Programme, 2015).

### **2.15 Perusahaan Daerah Air Minum**

Perusahaan Daerah Air Minum atau PDAM merupakan salah satu unit usaha milik daerah, yang bergerak dalam distribusi air bersih bagi masyarakat umum. PDAM terdapat di setiap provinsi, kabupaten, dan kotamadya di seluruh Indonesia. PDAM merupakan perusahaan daerah sebagai sarana penyedia air bersih yang diawasi dan dimonitor oleh aparat aparat eksekutif maupun legislatif daerah.

Perusahaan air minum yang dikelola negara secara modern sudah ada sejak zaman penjajahan Belanda pada tahun 1920an dengan nama *Waterleiding* sedangkan pada pendudukan Jepang perusahaan air minum dinamai *Suido Syo*.

Di provinsi Sumatera Utara, PDAM Tirtanadi dibangun oleh Pemerintahan Kolonial Belanda pada tanggal 8 September 1905 yang diberi nama NV *Waterleiding Maatschappij Ajer Beresih*. Pembangunan ini dilakukan oleh Hendrik Cornelius Van Den Honert selaku Direktur Deli Maatschappij, Pieter Kolff selaku Direktur Deli Steenkolen Maatschappij dan Charles Marie Hernkenrath selaku Direktur Deli Spoorweg Maatschappij. Kantor Pusat dari perusahaan air bersih ini berada di Amsterdam Belanda.

Pada saat itu air yang diambil dari sumber utama mata air Rumah Sumbul di Sibolangit dengan kapasitas 3000 m<sup>3</sup>/hari. Air tersebut ditransmisikan ke Reservoir Menara yang memiliki kapasitas 1200 m<sup>3</sup> yang terletak di Jl. Kapitan (sekarang kantor Pusat PDAM Tirtanadi Provinsi Sumatera Utara). Reservoir ini memiliki ketinggian 42 m dari permukaan tanah. Reservoir ini dibuat dari besi dengan diameter 14 m. Setelah kemerdekaan Indonesia, perusahaan ini diserahkan kepada Pemerintah Provinsi Sumatera Utara melalui Pemerintah Indonesia.

Berdasarkan Perda Sumatera Utara No 11 tahun 1979, status perusahaan diubah menjadi PDAM Tirtanadi Provinsi Sumatera Utara. Sejak tahun 1991 PDAM Tirtanadi ditunjuk sebagai operator sistem pengelolaan air limbah Kota Medan.

Dalam rangka pengembangan cakupan pelayanan air minum bagi masyarakat Sumatera Utara, PDAM Tirtanadi melaksanakan kerjasama operasi



dengan 9 (Sembilan) PDAM di beberapa Kabupaten di Sumatera Utara, yaitu Kabupaten Simalungun, Kabupten Deli Serdang, kabupaten Toba Samosir, Kabupaten Tapanuli Selatan, Kabupaten Tapanuli Tengah, Kabupaten Mandailing Natal, Kabupaten Nias, Kabupaten Nias Selatan dan Kabupaten Samosir. Pada Pebruari 2009, PDAM Tirtanadi Cabang Nias dikembalikan ke Pemerintah Kabupaten Nias, dengan pertimbangan bahwa pihak Pemkab Nias dan PDAM Tirta Uumbu telah memiliki kemampuan di dalam pengelolaan PDAM di Gunung Sitoli.

Pada tanggal 10 September 2009, telah ditandatangani Peraturan Daerah Provinsi Sumatera Utara No 10 Tentang Perusahaan Daerah Air Minum Tirtanadi yang menyatakan bahwa tujuan pokok PDAM Tirtanadi adalah untuk mengelola dan menyelenggarakan pelayanan air minum yang memenuhi persyaratan kesehatan dan untuk mengembangkan perekonomian daerah, meningkatkan pendapatan daerah, serta meningkatkan kualitas lingkungan dengan memberikan pelayanan pengumpulan dan penyaluran air limbah melalui sistem perpipaan dalam rangka untuk mencapai kesejahteraan masyarakat pada umumnya.

### **2.15.1. Klasifikasi Pelanggan PDAM**

Pelanggan PDAM dibagi atas 5 golongan besar yaitu:

#### **1. Golongan Sosial**

- a. Sosial Umum (SI) yang dimaksud dengan sosial umum dalam hal ini adalah golongan pelanggan yang setiap memberikan pelayanan kepentingan umum khususnya bagi masyarakat antara lain:

- Kamar Mandi Umum
- WC Umum.

b. Sosial Khusus (S2) yaitu golongan pelanggan yang setiap pelayanan memberikan kepentingan umum khususnya pada masyarakat yang mendapat sumber dana sebagian dari kegiatan antara lain:

- Yayasan Sosial Negeri
- Rumah Ibadah
- Panti Asuhan, Jompo
- Puskesmas
- Sekolah Negeri

## 2. Golongan Non Niaga

a. RT A (NA 1), yang dimaksud dengan golongan NA 1 adalah Rumah Tangga yang di dalamnya hanya berfungsi sebagai tempat tinggal dengan ukuran rumah type RSS 21.

b. RT B (NA 2), yaitu Rumah Tangga yang di dalamnya hanya berfungsi sebagai tempat tinggal dengan ukuran rumah kayu semi permanen type RSS 36.

c. RT C (NA 3), yaitu Rumah Tangga selain tempat tinggal di dalamnya juga ada usaha untuk mendapatkan keuntungan sebagai berikut.

- Kedai Kecil
- Bangunan rumah  $< 54\text{m}^2$
- Yayasan Sosial Swasta
- Rumah tangga ada usaha luas  $< 36\text{m}^2$

d. RT D (NA 4) yang dimaksud dengan golongan NA 4 dalam hal ini adalah rumah tangga selain tempat tinggal di dalamnya ada juga usaha untuk mendapatkan keuntungan sebagai berikut:

- Rumah tinggal ada usaha  $< 54\text{m}^2$
- Rumah type RS  $> 54\text{m}^2$
- Rumah Pondokan/ kost.

### 3. Golongan Niaga

a. Niaga kecil (N1) adalah golongan niaga antara lain: kios warung/pedagang eceran, biro jasa, puskesmas, rumah makan, bengkel kecil, Salon kecil, dll.

b. Niaga Besar (N2) yang dimaksud dalam hal ini adalah importir/eksportir, agen/makelar, kolam renang, rumah sakit swasta, gudang tempat penimbunan barang dll.

4. Golongan industri yang dimaksud dengan golongan industri dalam hal ini adalah golongan pelanggan yang dalam kegiatan setiap harinya merubah suatu barang menjadi yang lebih tinggi nilainya untuk mendapatkan suatu keuntungan antara lain: Kerajinan tangan/kerajinan rumah tangga, pabrik mobil, perkayuan dll.

5. Golongan khusus yang dimaksud dengan golongan khusus dalam hal ini antara lain:

- Pelabuhan laut
- Pelabuhan sungai
- Pelabuhan Udara. (Website PDAM Tirtanadi)

### 2.15.2. Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui system perpipaan dari bangunan pengolahan (reservoir) ke daerah

pelayanan (konsumen). Dalam perencanaan sistem distribusi air bersih, beberapa faktor yang harus diperhatikan antara lain adalah :

1. Daerah layanan dan jumlah penduduk yang akan dilayani Daerah layanan ini meliputi wilayah IKK (Ibukota Kecamatan) atau wilayah Kabupaten/Kotamadya. Jumlah penduduk yang dilayani tergantung pada kebutuhan, kemauan/minat dan kemampuan atau tingkat social ekonomi masyarakat, sehingga dalam satu daerah layanan belum tentu semua penduduk terlayani.
2. Kebutuhan air, dimana kebutuhan air adalah debit air yang harus disediakan untuk distribusi daerah pelayanan.
3. Letak Topografi Daerah Layanan, yang akan menentukan sistem jaringan dan pola aliran yang sesuai.
4. Jenis sambungan dalam sistem distribusi air bersih dibedakan menjadi:
  - a. Sambungan Halaman: yaitu sambungan pipa distribusi dari pipa induk/pipa utama ke tiap-tiap rumah atau halaman.
  - b. Sambungan Rumah: yaitu sambungan pipa distribusi dari pipa induk/pipa utama ke masing-masing utilitas rumah tangga.
  - c. Hidran umum: merupakan pelayanan air bersih yang digunakan secara komunal pada suatu daerah tertentu untuk melayani 100 orang dalam setiap hidran umum.
  - d. Terminal air: adalah distribusi air melalui pengiriman tangki-tangki air yang diberikan pada daerah-daerah kumuh, daerah terpencil atau daerah yang rawan air bersih.

- e. Kran Umum: merupakan pelayanan air bersih yang digunakan secara komunal pada kelompok masyarakat tertentu, yang mempunyai minat tetapi kurang mampu dalam membiayai penyambungan pipa ke masing-masing rumah. Biasanya 1 (satu) kran umum dipakai untuk melayani kurang lebih 20 orang.

### 2.15.3. Perlengkapan Sistem Distribusi Air Bersih

Terdapat beberapa perlengkapan untuk menunjang sistem distribusi air bersih yaitu sebagai berikut:

1. Reservoir berfungsi untuk menampung air bersih yang telah diolah dan memberi tekanan. Jenis reservoir meliputi: Ground Reservoir (bangunan penampung air bersih di bawah permukaan tanah) dan Elevated Reservoir (bangunan penampung air yang terletak di atas permukaan tanah dengan ketinggian tertentu sehingga tekanan air pada titik terjauh masih tercapai).
2. Bahan pipa yang biasa dipakai untuk pipa induk adalah pipa galvanis, bahan pipa cabang adalah PCV sedangkan untuk pipa dinas dapat digunakan pipa dari jenis PVC atau galvanis. Keuntungan jika memakai pipa galvanis adalah pipa tidak mudah pecah bila tekanan air yang mengalir cukup besar atau mendapat tekanan dari luar yang cukup berat meskipun harganya relative mahal. Sedangkan untuk pipa PVC akan lebih mudah pecah walaupun dari segi harga lebih murah.
3. Valve berfungsi untuk mengatur arah aliran air dalam pipa dan menghentikan air suatu daerah apabila terjadi kerusakan.
4. Meter air berfungsi untuk mengukur besar aliran yang melalui suatu pipa.

5. Flow Restrictor berfungsi untuk pembatas air baik untuk rumah maupun kran umum agar aliran merata.
6. Sok berfungsi untuk menyambungkan pipa pada posisi lurus. Sok dibedakan menjadi sok turunan (menghubungkan dua pipa yang mempunyai diameter berbeda) dan sok adaptor (menghubungkan dua pipa yang mempunyai tipe yang berbeda, misalnya PVC dengan GI)
7. Flens berfungsi untuk menyambung pipa. Penyambungan dengan flens dilakukan untuk pipa yang kedudukannya di atas permukaan tanah dengan diameter yang lebih besar dari 50 mm. Flens diperlukan dalam bentuk flens adaptor.
8. Water mul dan nipel berfungsi untuk menyambung pipa dalam posisi lurus. Pipa ini dapat dibuka kembali meskipun kedudukan pipa-pipa yang disambung dalam keadaan mati.
9. Penyambung gibault dipakai khusus menyambung pipa asbesatos semen.
10. Dop dan plug berfungsi untuk menutup ujung akhir pada pipa.
11. Bend berfungsi untuk menyambung pipa yang posisinya membentuk sudut satu sama lainnya. Sudut bend yang tersedia: 9°, 45°, 22 1/2°, 111/4°.
12. Tee berfungsi untuk menyambung pipa bila ada percabangan tiga pipa yang saling tegak lurus.

#### **2.14.2. Alat Pencatat Penggunaan Air**

Alat untuk mengukur banyaknya aliran air secara terus menerus melalui sistem kerja peralatan yang dilengkapi dengan unit sensor, unit

penghitung, dan unit indikator pengukur untuk menyatakan volume air yang lewat. Sedangkan badan meter air merupakan bagian utama yang ditengahnya merupakan ruang untuk menempatkan alat hitung dan mempunyai saluran masuk dan saluran keluar pada sisi yang berlawanan. (SNI 2547:2008),

Bagi pelanggan PDAM, istilah 'sistem tembak' pencatatan meteran sudah tidak asing lagi. Istilah ini timbul karena petugas pencatat biasanya tidak datang ke rumah pelanggan melihat langsung angka di meteran airnya. Mereka hanya 'main tembak' dari jauh. Tidak heran jika kemudian banyak konsumen yang melayangkan keluhannya ke perusahaan. Tapi itu dulu. PDAM kemudian berbenah. Dengan memanfaatkan teknologi yang ada, sejak April 2012 lalu digunakanlah sistem barcode dalam pencatatan meteran. Penerapan sistem baru ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi pencatatan meter air.

Dengan menggunakan sistem baru, petugas pencatat hanya tinggal memfoto barcode dan angka yang tertera dalam meteran air, dengan menggunakan handphone berprogram khusus. Barcode tersebut sudah langsung teridentifikasi dengan ID pelanggan. Keuntungannya, laporan bisa dilengkapi dengan foto. Sistem ini juga akan mempermudah petugas di lapangan, akurasi data pencatatan, lebih terpercaya, dan mengefisienkan waktu pencatatan.

Petugas juga diwajibkan datang ke lokasi. Jika tidak datang, mereka tidak akan bisa mencatat stan meteran. Diharapkan data hasil transaksi merupakan data aktual dari lokasi pelanggan langsung. Pencatat meteran

PDAM yang berada di tidak lagi memasukkan angka meteran dengan perkiraan pemakaian per bulan.

Dengan menggunakan teknologi *barcode* maka proses input data hanya pada saat pencatatan di lapangan saja. Sehingga pada saat upload data, data tersebut bisa diakses langsung sehingga tidak ada sistem input yang rawan kesalahan. Hanya saja, dalam perjalanannya banyak *barcode* yang hilang, baik karena dicabut, terhapus karena hujan dan beberapa penyebab lainnya. Sehingga yang efektif memanfaatkan sistem ini sekitar 60-70 persen pelanggan.

Untuk pembacaan meteran menggunakan dua *barcode*. Ada yang ukuran sebesar tempat menulis nama di undangan pernikahan, dan ada yang kecil. *Barcode* ukuran besar yang terdapat data pelanggan biasanya ditempel di pagar bagian depan rumah. Sementara yang ukuran kecil ditempel di meteran. Ketika petugas pembaca meteran datang, mereka langsung scan *barcode* melalui handphone. Kemudian muncul nomor pelanggan. Ponsel meminta untuk memfoto angka meteran. Setelah ok, langsung disimpan. Penggunaan sistem ini bukanlah tanpa cela. Sebab dengan *barcode* ada kemungkinan terjadi pembaca meteran salah obyek. Itu karena *barcode* sudah tidak ada. Jika ini terjadi, termasuk ketika pembacaan meteran tidak bisa dilakukan karena pelanggan tidak di rumah dan pintu pagar dalam kondisi terkunci, maka sistem taksasipun diberlakukan.

Selain *barcode*, PDAM juga menerapkan penggunaan kamera dalam pencatatan meteran. Sistem ini setidaknya dapat membantu menekan jumlah komplain pelanggan akibat tingginya biaya yang harus dibayar setiap



bulannya. Karena jika mereka datang dan mempertanyakan penyebab melonjaknya pembayaran, pihak PDAM bisa langsung menunjukkan bukti dengan memperlihatkan hasil foto meteran yang dimasukkan petugas.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini sangatlah berkembang dengan pesat, Sebagai contoh dalam pencatatan penagihan air PDAM pada konsumen saat ini dengan cara mendatangi rumah pelanggan kurang lebih tiga bulan sekali untuk mencatat meteran air. Untuk itu digunakannya infra merah sebagai media transmisi maka alat ini dapat dikendalikan dari jarak jauh hingga  $\pm 5$  meter. Sistem ini mengambil data secara otomatis, selain itu petugas dapat menggunakan alat meskipun diluar pagar tanpa harus masuk halaman rumah

## 2.16 Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk digunakan sebagai dasar untuk menghitung tingkat kebutuhan air bersih pada masa mendatang. Berdasarkan Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual Sistem Penyediaan Air Minum Perkotaan, proyeksi penduduk harus dilakukan untuk interval 5 tahun selama periode perencanaan. Laju pemakaian air harus diproyeksikan meningkat setiap interval 5 tahun selama periode perencanaan. Peningkatan ini berkaitan dengan peningkatan ekonomi dimana taraf hidup masyarakat diasumsikan meningkat. Selain pedoman atau petunjuk tersebut di atas, pedoman lain yang sering digunakan dalam perencanaan air bersih adalah Millenium Development Goals (MDGs).

Millennium Development Goals (MDGs) merupakan paradigma pembangunan global yang mempunyai 8 tujuan dengan 18 sasaran. Sasaran yang

berkaitan dengan penyediaan air bersih adalah sasaran ke sepuluh, yaitu penurunan sebesar separuh proporsi penduduk yang tidak memiliki akses terhadap air minum yang aman serta fasilitas sanitasi dasar pada tahun 2015 (UNDP, 2004). Latar belakang sasaran ini adalah masih banyaknya penduduk dunia yang masih belum mempunyai akses terhadap air bersih.

Adapun metode-metode proyeksi penduduk yang sering digunakan dalam proyeksi jumlah penduduk antara lain. Metode Geometrik, Metode Aritmatik, dan Metode Eksponensial.

### 2.15.1. Metode Rata-rata Aritmatik

Metode perhitungan dengan cara aritmatik didasarkan pada kenaikan rata-rata jumlah penduduk dengan menggunakan data terakhir dan rata-rata sebelumnya. Dengan cara ini perkembangan dan penambahan penduduk akan bersifat linier. Perhitungan ini menggunakan persamaan berikut:

$$P_n = P_o + I(n) \text{ dan } I = (P_t - P_o)/t$$

dimana,

$P_n$  = jumlah penduduk tahun ke  $n$ ;

$P_t$  = jumlah penduduk yang diketahui pada tahun akhir;

$P_o$  = jumlah penduduk yang diketahui pada tahun dasar;

$t$  = jumlah tahun yang diketahui;

$n$  = jumlah interval.

### 2.15.2. Metode Geometrik

Perhitungan perkembangan populasi berdasarkan pada angka kenaikan penduduk rata – rata pertahun. Presentase pertumbuhan penduduk rata – rata dapat dihitung dari data sensus tahun sebelumnya. Metode ini sering

digunakan untuk memperkirakan pertumbuhan atau proyeksi penduduk karena laju pertumbuhan ini bersifat berskala atau bertahap dalam selang waktu tertentu. Metode ini juga digunakan oleh Badan Pusat Statistik dalam memproyeksikan jumlah penduduk. Persamaan yang digunakan untuk metode Geometrik ini adalah:

$$P_n = P_o (1 + r)^n \text{ dan } r = (P_t/P_o)^{1/t} - 1$$

dimana,

$P_n$  = jumlah penduduk pada tahun ke  $n$ ;

$P_t$  = jumlah penduduk pada tahun terakhir;

$P_o$  = jumlah penduduk pada tahun dasar;

$t$  = jumlah tahun yang diketahui;

$r$  = laju pertumbuhan penduduk;

$n$  = jumlah interval.

### 2.15.3. Metode Least Square

Metode ini umumnya digunakan pada daerah yang tingkat pertambahan penduduk cukup tinggi. Perhitungan pertambahan jumlah penduduk dengan metode ini didasarkan pada data tahun-tahun sebelumnya dengan menganggap bahwa pertambahan jumlah penduduk suatu daerah disebabkan oleh kematian, kelahiran, dan migrasi. Persamaan untuk metode ini adalah:

$$\hat{Y} = a \cdot X + b$$

dimana,

$\hat{Y}$  = nilai variable berdasarkan garis regresi;

a = konstanta;

X = variable independen;

B = koefisien arah regresi linear

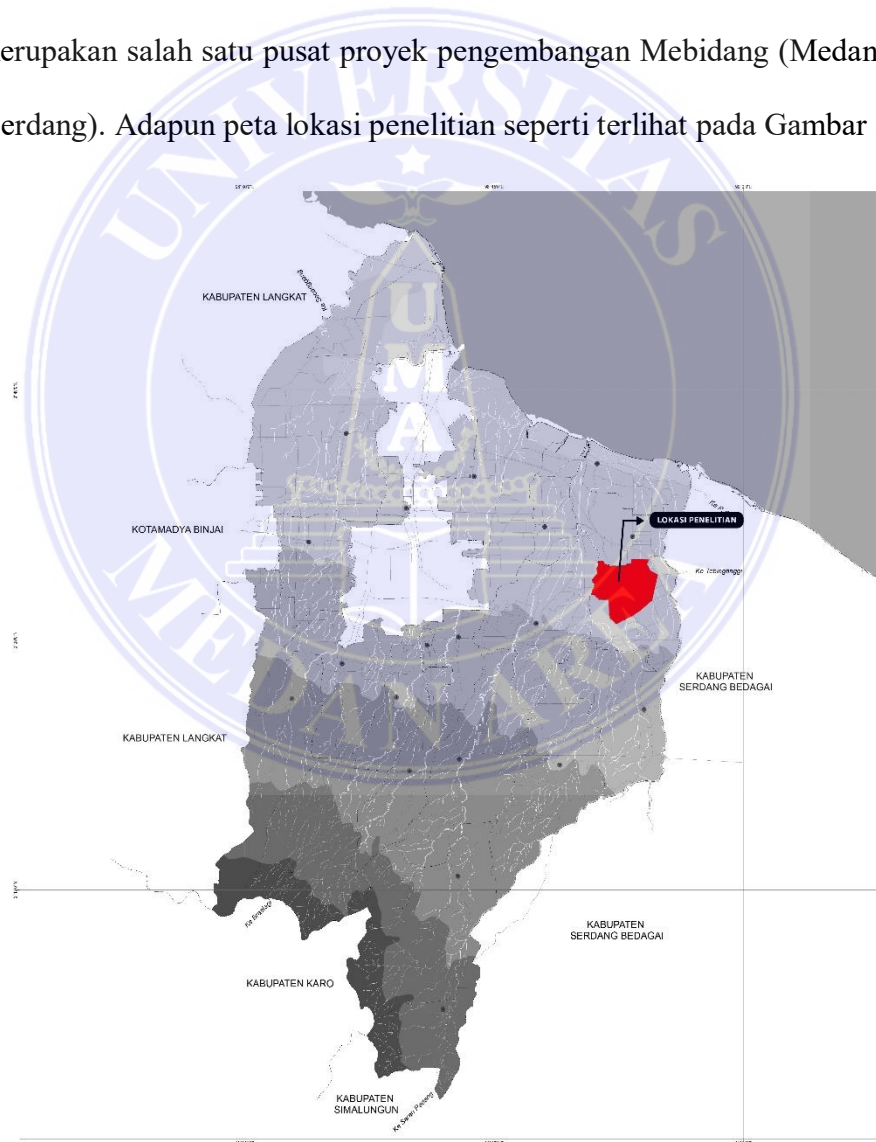


## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober tahun 2020. Tempat penelitian terletak di Kecamatan Lubuk Pakam yang merupakan merupakan ibu kota Kabupaten Deli Serdang. Lubuk Pakam dilintasi oleh Jalan Raya Lintas Sumatra dan merupakan salah satu pusat proyek pengembangan Mebidang (Medan-Binjai-Deli Serdang). Adapun peta lokasi penelitian seperti terlihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Hasil Olahan Peta Kabupaten Deli Serdang  
(Lokasi Penelitian: Kecamatan Lubuk Pakam)  
Sumber: Penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Deli Serdang

### 3.2. Bahan dan Alat

Dalam melakukan penelitian diperlukan bahan dan alat untuk memperoleh data penelitian. Untuk memperoleh data tersebut dalam penelitian ini menggunakan bahan dan alat berupa; komputer, alat tulis, handphone, dan aplikasi pengolah kata dan aplikasi pengolah angka untuk penulisan laporan serta pengolahan data penelitian.

### 3.3. Metodologi Penelitian

#### 3.3.1. Metode Studi Literatur

Penelitian ini merupakan penelitian dengan menggunakan metode studi literatur. Studi literatur merupakan ikhtisar komprehensif tentang penelitian yang sudah dilakukan mengenai topik yang spesifik untuk menunjukkan kepada pembaca apa yang sudah diketahui tentang topik tersebut dan apa yang belum diketahui, untuk mencari rasional dari penelitian yang sudah dilakukan atau untuk ide penelitian selanjutnya (Denney & Tewksbury, 2013). Studi literatur bisa didapat dari berbagai sumber baik jurnal, buku, dokumentasi, internet dan pustaka. Metode studi literatur adalah serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelolah bahan penulisan (Zed, 2008 dalam Nursalam, 2016). Jenis penulisan yang digunakan adalah studi literatur review yang berfokus pada hasil penulisan yang berkaitan dengan topik atau variabel penulisan.

Penulis melakukan studi literatur ini setelah menentukan topik penulisan dan ditetapkan rumusan masalah, sebelum terjun ke lapangan

untuk mengumpulkan data yang diperlukan (Darmadi, 2011 dalam Nursalam, 2016). Studi pustaka dalam penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan dan mempelajari bahan- bahan yang berhubungan dengan masalah-masalah yang diteliti. Bahan- bahan tersebut berupa bahan yang didapat dari tulisan-tulisan ilmiah, diktat- diktat, buku-buku maupun internet yang berkaitan dengan masalah yang diteliti. Dalam hal ini data yang diperoleh berupa literatur mengenai hal- hal yang berkaitan dengan masalah yang akan dibahas.

### 3.3.2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan langkah yang paling strategis dalam penelitian, karena tujuan utama dari penelitian adalah untuk mengumpulkan data (Sugiyono, 2012:224). Tujuan pengambilan data adalah untuk mendapatkan suatu informasi yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan penelitian. Terdapat 2 data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

#### 1. Data Primer

Data primer yang dimaksud dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dengan cara pengamatan langsung di lapangan. Pengambilan data primer pada penelitian ini menggunakan kuesioner. Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberikan seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya (Sugiyono, 2014: 142). Sementara Suharsimi (1995:136) mengatakan kuesioner tertutup adalah angket yang disajikan dalam bentuk sedemikian rupa sehingga responden tinggal

memberikan tanda centang (√) pada kolom atautempat yang sesuai. Kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk memetakan masyarakat Kecamatan Lubuk Pakam terhadap tingkat pendidikan, pendapatan, jumlah penguhi rumah dan persepsi terhadap kualitas sumber air yang ada di rumahnya.

## 2. Data sekunder

Data sekunder yang dimaksud adalah data yang diperoleh secara tidak langsung ke lapangan melainkan dari beberapa sumber seperti instansi terkait maupun dari studi literatur. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data-data yang berhubungan dengan analisa kebutuhan air dan perencanaan instalasi pengolahan air. Beberapa data yang dibutuhkan yaitu :

- 1) Data jumlah penduduk Kecamatan Lubuk Pakam.
- 2) Data dari studi kepustakaan yang dapat diperoleh dari literatur yang relevan dan berkaitan dengan masalah yang sedang diteliti seperti artikel, surat kabar, buku, makalah, skripsi, tesis dan sumber bacaan lain.
- 3) Data berupa studi dokumentasi dari media gambar, peta dan dokumen-dokumen dari dinas terkait.

### 3.3.3. Metode Rekapitulasi dan Analisis Data

Data-data yang didapatkan dari hasil pengumpulan data kemudian disajikan dalam bentuk tabulasi, grafik, dan deskriptif yang akan diolah untuk dianalisis guna pembahasan lebih lanjut. Rekapitulasi dilakukan untuk dijadikan data awal dalam melakukan analisa dan perhitungan. Perhitungan



yang dilakukan berkaitan dengan analisa kebutuhan air bersih yaitu kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik pada kondisi sekarang dan yang akan datang di Kecamatan Lubuk Pakam.

Setelah data direkapitulasi, langkah yang dilakukan berikutnya adalah pengolahan data, sehingga dapat dianalisis dan diambil kesimpulannya. Tujuan pengolahan data adalah menyiapkan data agar mudah ditangani dalam analisisnya. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam proses pengolahan data adalah data relevan dengan tujuan penelitian, kualitas data dapat dipercaya, gunakan metode yang tepat dan mudah, ungkapkan batasan kelemahannya bila ada, hasil olahan data harus sesuai standar, data mudah dimengerti, menghasilkan persepsi sama dan dapat diperbandingkan menurut waktu, geografis, dan sebagainya. Sedangkan Analisis adalah kegiatan mengubah hasil penelitian menjadi informasi yang dapat digunakan untuk mengambil kesimpulan penelitian. Dalam hal ini pengolahan data di gunakan dengan menggunakan Microsoft Excel 2019. Adapun tahap pengolahan data sebagai berikut :

1. Perhitungan kebutuhan air pelanggan PDAM Tirta Deli secara teoritis yang mengacu pada standar yang berlaku. Kebutuhan air rumah tangga (domestik) dan perkotaan (non domestik) dihitung dengan menggunakan data statistik pelanggan PDAM Tirta Deli pada Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang. Hasil perhitungan kebutuhan air bersih dibandingkan dengan data pengambilan air baku oleh PDAM terkait.
  - a. Kebutuhan air bersih rumah tangga (domestik) adalah air yang diperlukan untuk rumah tangga yang diperoleh secara individu dari

sumber air yang dibuat oleh masing masing rumah tangga seperti sumur dangkal, perpipaan atau hidran umum atau dapat diperoleh dari layanan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) PDAM.

Sumber air baku yang dipakai oleh PDAM terdiri dari air tanah, air permukaan atau gabungan dari keduanya. Pemakaian air yang dipergunakan dipengaruhi oleh: - jenis sumber air (sambungan ke rumah atau hidran umum); - jenis pemakaian (toilet, mandi dll.); - peralatan per rumah-tangga; - penggunaan air di luar rumah (taman, cuci mobil dsb.); - tingkat pendapatan.

Kebutuhan air bersih rumah tangga, dinyatakan dalam satuan Liter/Orang/Hari (L/O/H), besar kebutuhan tergantung dari kategori kota berdasarkan jumlah penduduk yang dijabarkan dalam table 3.1. berikut.

Tabel. 3.1. Kebutuhan air bersih rumah tangga per orang per hari menurut kategori kota

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air Bersih (L/O/H)
1.	Semi urban (ibu kota kecamatan/desa)	3 000 – 20 000	60 - 90
2.	Kota kecil	20 000 – 100 000	90 - 110
3.	Kota sedang	100 000 – 500 000	100 - 125
4.	Kota besar	500 000 – 1 000 000	120 - 150
5.	Metropolitan	> 1 000 000	150 - 200

Sumber : SNI 6728.1:2015 Penyusunan neraca spasial sumber daya alam – Bagian 1 : Sumber daya air

#### b. Kebutuhan air perkotaan (komersial dan sosial) – non domestik

Kebutuhan air perkotaan, yaitu untuk komersial dan sosial seperti toko, gudang, bengkel, sekolah, rumah sakit, hotel, dan sebagainya diasumsikan antara 15% sampai dengan 30% dari total air pemakaian

air bersih rumah tangga. Semakin besar dan padat penduduk akan cenderung lebih banyak memiliki daerah komersial dan sosial, sehingga kebutuhan airnya akan lebih tinggi.

Dalam perencanaan studi kebutuhan air Indonesia untuk perkotaan diasumsi sebesar 30 % dari kebutuhan air bersih rumah tangga, dengan nilai konstan dari setiap tahapan perencanaan, sehingga sampai proyeksi kebutuhan air untuk tahun 2029 nilainya sama sebesar 30 %.

2. Perhitungan kebutuhan air seluruh penduduk Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang. Kebutuhan air rumah tangga (domestik) dan perkotaan (non domestik) dihitung dengan menggunakan data statistik yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Deli Serdang. Hasil perhitungan kebutuhan air bersih dibandingkan secara teoritis yang mengacu pada standar yang berlaku. Proses analisis sama seperti perhitungan kebutuhan air pelanggan hanya saja menggunakan data yang penduduk dari BPS.
3. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk Kecamatan Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang sampai tahun 2027. Prediksi jumlah penduduk tersebut menjadi patokan dalam memperhitungkan jumlah kebutuhan air bersih di masa yang akan datang.

Prediksi jumlah penduduk sampai tahun 2027 dapat diperoleh dengan proyeksi penduduk. Dengan memperhatikan laju perkembangan jumlah penduduk masa lampau, maka metode statistik Geometri merupakan metode yang paling mendekati untuk memperkirakan jumlah penduduk

di masa mendatang dan juga merupakan metode yang paling sering digunakan di BPS. Jadi pertumbuhan penduduk dimana angka pertumbuhan adalah sama atau konstan untuk setiap tahun, rumus untuk menghitungnya adalah sebagai berikut :

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

$$R = (( P_o / P_t )^{(1/n-1)}) - 1$$

Dimana :

$P_n$  = Jumlah penduduk pada n tahun mendatang

$R$  = Ratio kenaikan penduduk rata-rata per tahun

$P_t$  = Jumlah penduduk pada awal data

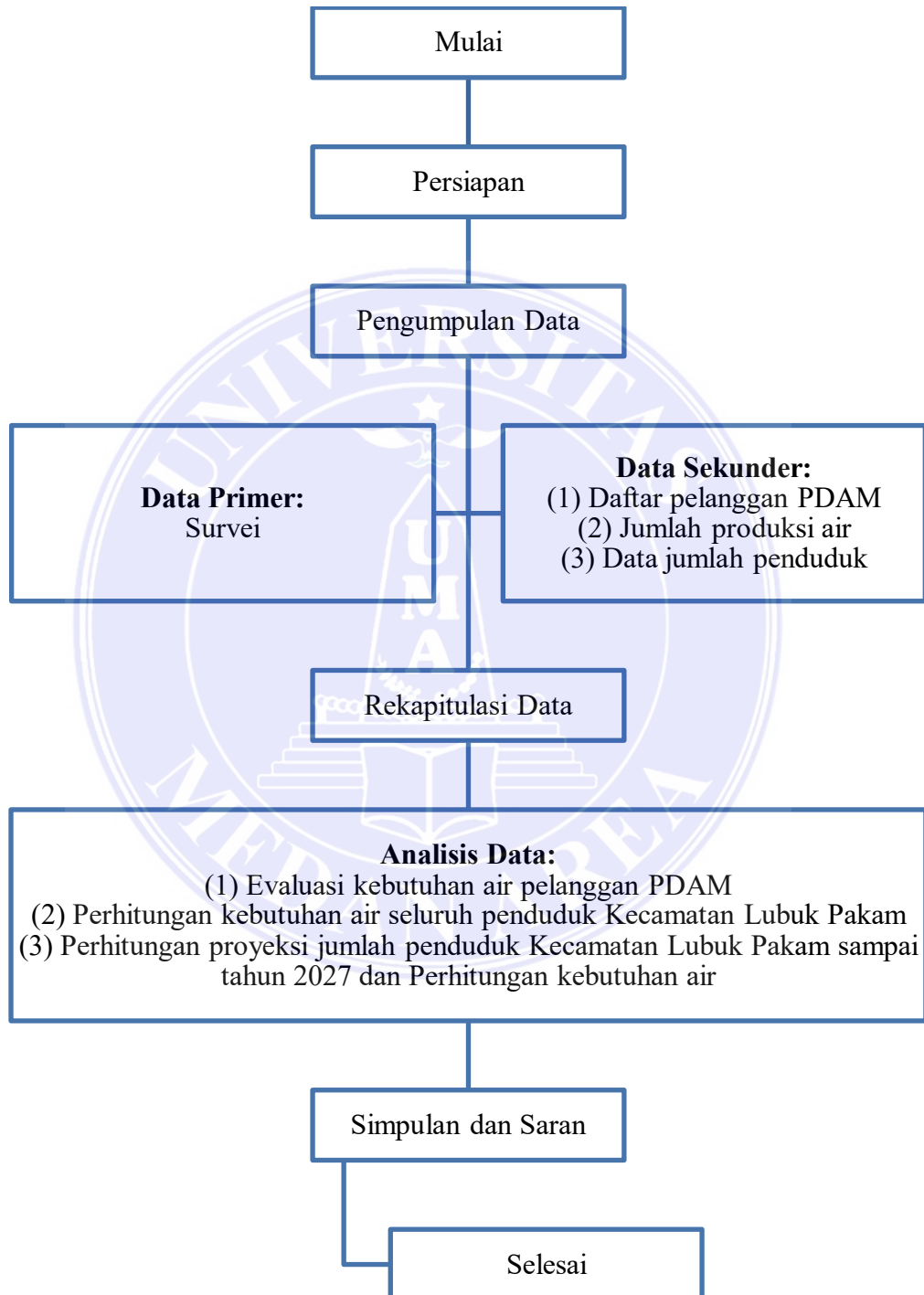
$P_o$  = Jumlah penduduk pada akhir data

$n$  = selang waktu (tahun n - tahun terakhir)

$t$  = Jumlah data dikurang 1

### 3.4. Prosedur Kerja

Adapun prosedur kerja dari penelitian ini dapat dilihat dari Gambar 3.2. berikut:



Gambar 3.2. Prosedur Kerja Penelitian

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan, maka hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil evaluasi kebutuhan air sesuai SNI 6728.1:2015 dengan jumlah produksi air yang dihasilkan oleh PDAM Tirta Deli Cabang Lubuk Pakam sudah memenuhi kebutuhan air domestik dan non domestik pelanggan PDAM. Defisit hanya terjadi pada bulan Oktober 2019 dengan pengaruh kehilangan air 30% dengan nilai defisit  $-1.252 \text{ m}^3$ .
2. Pada tahun 2019, kebutuhan air domestik Kecamatan Lubuk Pakam adalah  $4.012.069 \text{ m}^3$ , kebutuhan air non domestik  $1.203.621 \text{ m}^3$ , dan total kebutuhan air  $5.215.690 \text{ m}^3$ . Total kebutuhan air dengan pengaruh kehilangan air sebesar 20% adalah  $6.258.828 \text{ m}^3$ , sementara untuk pengaruh kehilangan air sebesar 30% adalah  $6.780.397 \text{ m}^3$ .
3. Pertumbuhan penduduk Kecamatan Lubuk Pakam terus meningkat dengan proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2027 adalah 119.040 jiwa. Hal ini menjadi acuan dalam perhitungan total kebutuhan air pada tahun 2027, yang diperoleh sebesar  $46.100.258 \text{ m}^3$  dengan total kebutuhan air setelah pengaruh kehilangan 20% adalah  $55.320.310 \text{ m}^3$  dan pengaruh kehilangan 30% adalah  $59.930.336 \text{ m}^3$ .

## 5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap evaluasi kebutuhan air bersih PDAM Tirta Deli Kecamatan Lubuk Pakam, maka peneliti menyampaikan saran untuk PDAM Tirta Deli cabang Lubuk Pakam agar meningkatkan jumlah pelanggan serta produksi air, sehingga kebutuhan air bersih seluruh masyarakat Kecamatan Lubuk Pakam dapat terpenuhi.

## DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional, (2015), *SNI 6728.1:2015: Penyusunan neraca spasial sumber daya alam – Bagian 1: Sumber daya air*, Jakarta.

BPS Kabupaten Deli Serdang, (2020), *Kabupaten Deli Serdang Dalam Angka: Deli Serdang Regency in Figures*, Deli Serdang

Burek, P., Satoh, Y., Fischer, G., Kahil, M.T., Scherzer, A., Tramberend, S., Flörke, M. (2016). *Water futures and solution-fast track initiative*. WP 16-006.

Detik Finance (2019). *Duh, Baru 72% Wilayah RI yang Bisa Akses Air Bersih*. Jakarta

Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (2017). *Review Rencana Strategis 2015-2019*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Ditjen Cipta Karya PU, (1996), *Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya PU*, Jakarta.

Janu M Ismoyo, Pitojo Tri Juwono dan Ardiansyah, (2012), *Analisa Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih Pada PDAM di Kota Ternate*, Malang : Universitas Brawijaya.

Joni Hermanto, Winardi Yusuf, ST. M.T, Dian Rahayu Jati, ST. M. Si, (2012), *Melakukan Analisis Tingkat Kepentingan dan Kinerja dengan Important Performace Analysis (IPA)*, Penerbit Salemba Empat, Jakarta.

Kasjono Subaris Heru, Khayan dan Asmadi., (2011), *Teknologi Pengolahan Air Minum*, Gosyen Publishing, Yogyakarta.

Kodoatie, Robert dan Roestam Sjarief, Ph.D., (2008), *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.

Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2016). *Four billion people facing severe water scarcity*. Science Advances.

Rahmadani Fitri ST, M.Si., (2015), *Jurnal Study of Drinking Water Supply System Of Tapanuli Selatan*, Tapanuli Selatan.

Ruqo'iyeh, (2013), *Metode Penelitian Kuantitatif*, Penerbit Bumi Aksara, Jakarta.

Said, S. (2019). *Perluas Cakupan Layanan Air Bersih, Perumda Air Minum Tirta Raharja Gandeng Swasta*. Jabar

Santosa L.W., (2010), *Ekoregion sebagai Kerangka Dasar dalam Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan*, Makalah, Disampaikan dalam



*seminara Nasional “Semangat Perjuangan dari Jogja: Kembalikan Indonesiaku Hijau”*, University Center UGM

Sri Nurhayati Qodriyatun, (2015), *Penyediaan Air Bersih di Indonesia: Peran Pemerintah, Pemerintah Daerah, Swasta dan Masyarakat*, Jakarta.

Sutrisno Hadi, (2004), *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, Rineka Cipta, Jakarta.

Yustika Kusumawardani, Widi Astuti, (2018), *Evaluasi Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Pdam Kota Madiun*, Jurnal Neo Teknika: Semarang

Sihombing, f., Hutasoit, C., & Padang, T. (2021). Desain dan Pembuatan Papan Tiruan dari Bahan Komposit Laminat Diperkuat Lembaran Batang Pisang. JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY, 5(1), 1-7. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i1.4094>

Hutasoit, C., Sihombing, F., & Padang, T. (2021). Desain dan Pembuatan Cetakan Papan Tiruan Metode Cetak Tekan. JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY, 5(1), 8-17. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i1.4148>

Harsito, C., Xaverius, A., Prasetyo, S., Wulansari, P., & Pradana, J. (2021). Conveyor Pengangkut Sampah Otomatis dengan Load Cell dan Flow Sensor. JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY, 5(1), 18-33. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i1.4177>

Julianto, K., & Hanifi, R. (2021). Perancangan Alat Vacuum Cleaner Menggunakan Energi Udara Bertekanan Jaringan Pipa Distribusi Udara Pabrik. JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY, 5(1), 34-47. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i1.4160>

Johan, C., & Bethony, F. (2021). Analisis Kekuatan Bending dan Tarik Pada Pengelasan Oxy-Acetelyne Menggunakan Garam Kuning. JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY, 5(1), 48-56. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i1.4796>

Rafi, M., Hanifi, R., & Santoso, D. (2021). RANCANG BANGUN TRASH SKIMMER BOAT SEBAGAI SOLUSI ALTERNATIF PENGAMBILAN SAMPAH DI SUNGAI INDONESIA. JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY, 5(1), 57-68. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i1.4402>

Samosir, R., Pane, M., & Lumbantoruan, J. (2021). Perancangan Turbin Angin Vertikal Modifikasi Gabungan Savonius dan Darrieus Menggunakan Geometri Naca 0018. JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY, 5(1), 69-77. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i1.4108>

Iskandar, Y., Nazaruddin, N., & Arif, Z. (2021). PENGARUH JUMLAH SUDU IMPELLER TERHADAP DEBIT AIR YANG DIHASILKAN POMPA CENTRIFUGAL. JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY, 5(1), 78-90. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i1.4472>

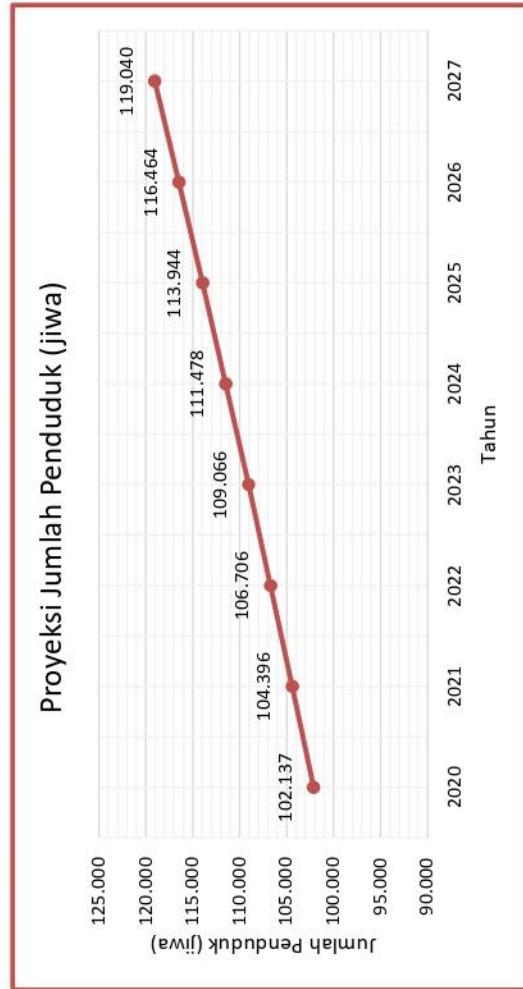
## Lampiran 1. Pengolahan Data Menggunakan Microsoft Office Excel Tahun 2019

	DATA PRODUKSI LUBUK PAKAM PERIODE 2019												TOTAL
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGUST	SEPT	OKT	NOV	DES	
JLH PELANGGAN AKTIF	9.827	9.839	9.846	9.863	9.887	9.919	9.915	9.896	9.912	9.929	9.935	9.938	9.938
PRODUKSI(MF)	317.882	296.708	322.267	307.299	315.282	310.016	319.121	323.978	307.482	312.606	320.062	325.116	3.777.819
PEMAKAIAN (MF)	283.631	277.309	280.662	295.141	267.710	268.583	296.590	279.734	275.674	274.951	284.951	294.951	3.379.887
NRW (MF)	34.251	19.399	41.605	12.158	47.572	41.433	22.531	44.244	31.808	37.655	35.111	30.165	397.932
	11%	7%	13%	4%	15%	13%	7%	14%	10%	12%	11%	9%	10%

	DATA PRODUKSI LUBUK PAKAM PERIODE 2020												TOTAL
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGUST	SEPT	OKT	NOV	DES	
JLH PELANGGAN AKTIF	9.940	9.902	9.925	9.990	9.947	9.963	9.965	9.979	10.001	9.998	9.986	-	-
PRODUKSI(MF)	322.252	341.992	336.238	323.062	321.033	335.292	341.140	348.608	330.943	328.541	303.381	-	3.632.482
PEMAKAIAN (MF)	290.414	300.537	285.634	278.596	286.745	288.634	290.896	295.864	298.634	289.157	265.372	-	3.170.483
NRW (MF)	31.838	41.455	50.604	44.466	34.288	46.658	50.244	52.744	32.309	39.384	38.009	-	461.999
	10%	12%	15%	14%	11%	14%	15%	15%	10%	12%	13%	0%	12%

Bulan / Tahun	Jlh Pelanggan Aktif	Kebutuh Air Domestik	Kebutuhan Air Non Domestik	Total	Produksi (M <sup>3</sup> )	Kehilangan air 20%	Hasil Dari 20%	Kehilangan air 30%	Hasil Dari 30%
Oktober / 2019	9.929	169.289	50.787	220.076	312.606	62.521	30.009	93.782	- 1.252
Nov-19	9.935	163.928	49.178	213.106	320.062	64.012	42.944	96.019	10.938
Des / 2019	9.938	169.443	50.833	220.276	325.116	65.023	39.817	97.535	7.305
Jan-20	9.940	169.477	50.843	220.320	322.252	64.450	37.482	96.676	5.256
Feb-20	9.902	152.491	45.747	198.238	341.992	68.398	75.356	102.598	41.156
Mar-20	9.925	169.221	50.766	219.988	336.238	67.248	49.003	100.871	15.379
Apr-20	9.990	164.835	49.451	214.286	323.062	64.612	44.164	96.919	11.858
Mei / 2020	9.947	169.596	50.879	220.475	321.033	64.207	36.351	96.310	4.248
Jun-20	9.963	164.390	49.317	213.706	335.292	67.058	54.527	100.588	20.998
Jul-20	9.965	169.903	50.971	220.874	341.140	68.228	52.038	102.342	17.924
Agt / 2020	9.979	170.142	51.043	221.185	348.608	69.722	57.702	104.582	22.841
Sep-20	10.001	165.017	49.505	214.521	330.948	66.190	50.237	99.284	17.142
Total	10.001	1.997.731	599.319	2.597.051	<b>3.958.344</b>	791.669	569.624	1.187.503	173.790

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	R	n0-n	Jumlah Penduduk (Yi)	Kebutuhan Air Domestik	Kebutuhan Air Non Domestik	Total	Kehilangan 20%	Kehilangan 30%
2012	85.738	0,022118755	-7	85738	-	-	-	-	-
2013	<b>87.800</b>	0,022118755	-6	87634	-	-	-	-	-
2014	<b>89.873</b>	0,022118755	-5	89573	-	-	-	-	-
2015	<b>91.981</b>	0,022118755	-4	91554	-	-	-	-	-
2016	<b>94.003</b>	0,022118755	-3	93579	-	-	-	-	-
2017	<b>96.038</b>	0,022118755	-2	95649	-	-	-	-	-
2018	<b>97.996</b>	0,022118755	-1	97765	-	-	-	-	-
2019	<b>99.927</b>	0,022118755	0	99927	-	-	-	-	-
2020	-	0,022118755	1	102.137	4.100.811	1.230.243	5.331.054	6.397.265	6.930.371
2021	-	0,022118755	2	104.396	4.191.516	1.257.455	5.448.971	6.538.765	7.083.662
2022	-	0,022118755	3	106.706	4.284.227	1.285.268	5.569.495	6.683.394	7.240.344
2023	-	0,022118755	4	109.066	4.378.989	1.313.697	5.692.685	6.831.222	7.400.491
2024	-	0,022118755	5	111.478	4.475.847	1.342.754	5.818.600	6.982.321	7.564.181
2025	-	0,022118755	6	113.944	4.574.847	1.372.454	5.947.301	7.136.761	7.731.491
2026	-	0,022118755	7	116.464	4.676.037	1.402.811	6.078.848	7.294.617	7.902.502
2027	-	0,022118755	8	119.040	4.779.465	1.433.839	6.213.304	7.455.965	8.077.295
Total				Total	35.461.737	10.638.521	46.100.258	55.320.310	59.930.336



Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)
2020	102.137
2021	104.396
2022	106.706
2023	109.066
2024	111.478
2025	113.944
2026	116.464
2027	119.040

Latar Belakang Pendidikan	Jumlah Anggota Keluarga (Penghuni Rumah)	Akumulasi Pendapatan/Bulan Rumah Tangga	Sumber Air	Sumber Air PDAM (Isi jika sumber)	Sumber Air PDAM (Isi jika sumber)	Sumber Air PDAM (Isi jika sumber)	Sumber Air Sumur (Isi jika sumber)	Sumber Air Sumur (Isi jika sumber)	Sumber Air Sumur (Isi jika sumber)	Waktu/jam penurunan debit air PDAM (saat air mengecil) *melihat keluhan pelanggan PDAM*	
D-4/Sarjana/Keprofesian	6	2 Juta - 3 Juta	PDAM + Sumur	Sedang	Baik	Baik	Buruk	Buruk	Buruk	05.00 WIB - 06.00 WIB	
D-4/Sarjana/Keprofesian	2	3 Juta - 4 Juta	Sumur				Baik	Baik	Sedang		
D-4/Sarjana/Keprofesian	4	> 5 Juta	PDAM	Sedang	Sedang	Sedang				07.00 WIB - 08.00 WIB	
D-4/Sarjana/Keprofesian	1	4 Juta - 5 Juta	Sumur				Baik	Baik	Sedang		
D-4/Sarjana/Keprofesian	2	3 Juta - 4 Juta	Sumur				Baik	Baik	Baik		
SD	8	> 5 Juta	Sumur				Baik	Baik	Baik		
D-4/Sarjana/Keprofesian	2	2 Juta - 3 Juta	Sumur				Sedang	Sedang	Sedang		
Magister	3	> 5 Juta	PDAM	Baik	Baik	Baik				18.00 WIB - 19.00 WIB	
D-4/Sarjana/Keprofesian	5	> 5 Juta	PDAM	Sedang	Baik	Sedang				08.00 WIB - 09.00 WIB	
D1-D3	4	2 Juta - 3 Juta	PDAM + Sumur	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	06.00 WIB - 07.00 WIB	
D-4/Sarjana/Keprofesian	3	> 5 Juta	PDAM	Sedang	Sedang	Sedang				07.00 WIB - 08.00 WIB	
D-4/Sarjana/Keprofesian	1	2 Juta - 3 Juta	PDAM + Sumur	Sedang	Sedang	Buruk	Sedang	Sedang	Sedang	17.00 WIB - 18.00 WIB	
D-4/Sarjana/Keprofesian	3	2 Juta - 3 Juta	PDAM + Sumur	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	06.00 WIB - 07.00 WIB	
SMA	3	< 1 Juta	Sumur				Baik	Baik	Baik		
D-4/Sarjana/Keprofesian	7	< 1 Juta	Sumur				Baik	Baik	Baik		
D-4/Sarjana/Keprofesian	1	2 Juta - 3 Juta	PDAM + Sumur	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	07.00 WIB - 08.00 WIB	
D-4/Sarjana/Keprofesian	4	2 Juta - 3 Juta	PDAM + Sumur	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Baik	Baik	19.00 WIB - 20.00 WIB	
D-4/Sarjana/Keprofesian	1	< 1 Juta	PDAM	Sedang	Sedang	Buruk	Sedang	Sedang	Sedang	06.00 WIB - 07.00 WIB	
SMA	3	> 5 Juta	Sumur				Baik	Baik	Baik		
SMA	4	2 Juta - 3 Juta	Sumur				Sedang	Baik	Sedang		
D1-D3	5	1 Juta - 2 Juta	PDAM	Sedang	Sedang	Sedang				06.00 WIB - 07.00 WIB	
SMA	4	2 Juta - 3 Juta	Sumur				Sedang	Sedang	Baik		
D1-D3	1	1 Juta - 2 Juta	Sumur				Sedang	Sedang	Baik		
D-4/Sarjana/Keprofesian	5	> 5 Juta	PDAM	Baik	Baik	Baik				06.00 WIB - 07.00 WIB	
D-4/Sarjana/Keprofesian	5	> 5 Juta	PDAM	Baik	Sedang	Baik				08.00 WIB - 09.00 WIB	
D-4/Sarjana/Keprofesian	3	> 5 Juta	PDAM + Sumur	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Baik	Baik	05.00 WIB - 06.00 WIB	
D1-D3	3	3 Juta - 4 Juta	PDAM + Sumur	Sedang	Baik	Baik	Baik	Sedang	Baik	06.00 WIB - 07.00 WIB	
D-4/Sarjana/Keprofesian	4	> 5 Juta	PDAM	Baik	Baik	Baik				16.00 WIB - 17.00 WIB	
D-4/Sarjana/Keprofesian	4	3 Juta - 4 Juta	Sumur				Baik	Baik	Baik		
D-4/Sarjana/Keprofesian	4	3 Juta - 4 Juta	Sumur				Baik	Baik	Baik		
D-4/Sarjana/Keprofesian	3	3 Juta - 4 Juta	Sumur				Sedang	Buruk	Sedang		
D-4/Sarjana/Keprofesian	4	> 5 Juta	PDAM	Baik	Baik	Baik				06.00 WIB - 07.00 WIB	
D-4/Sarjana/Keprofesian	4	3 Juta - 4 Juta	Sumur				Baik	Sedang	Sedang		
D-4/Sarjana/Keprofesian	2	> 5 Juta	PDAM	Sedang	Sedang	Sedang				07.00 WIB - 08.00 WIB	
D1-D3	3	> 5 Juta	PDAM	Baik	Baik	Baik				06.00 WIB - 07.00 WIB	
D-4/Sarjana/Keprofesian	3	> 5 Juta	PDAM	Baik	Baik	Baik				08.00 WIB - 09.00 WIB	
D-4/Sarjana/Keprofesian	3	> 5 Juta	PDAM	Baik	Baik	Baik				06.00 WIB - 07.00 WIB	
Magister	5	> 5 Juta	PDAM	Baik	Baik	Baik				06.00 WIB - 07.00 WIB	
D-4/Sarjana/Keprofesian	6	> 5 Juta	Sumur				Baik	Baik	Baik		
D-4/Sarjana/Keprofesian	3	> 5 Juta	PDAM	Baik	Baik	Baik				06.00 WIB - 07.00 WIB	
Magister	7	1 Juta - 2 Juta	PDAM + Sumur	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	08.00 WIB - 09.00 WIB	
D-4/Sarjana/Keprofesian	5	2 Juta - 3 Juta	PDAM	Baik	Baik	Baik				17.00 WIB - 18.00 WIB	
D-4/Sarjana/Keprofesian	2	> 5 Juta	PDAM + Sumur	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	06.00 WIB - 07.00 WIB	
SMA	4	1 Juta - 2 Juta	Sumur				Baik	Baik	Baik		
D-4/Sarjana/Keprofesian	2	2 Juta - 3 Juta	Sumur				Sedang	Baik	Baik		
D-4/Sarjana/Keprofesian	4	> 5 Juta	PDAM	Baik	Baik	Sedang				08.00 WIB - 09.00 WIB	
D-4/Sarjana/Keprofesian	4	3 Juta - 4 Juta	PDAM	Baik	Baik	Baik				06.00 WIB - 07.00 WIB	
D-4/Sarjana/Keprofesian	2	2 Juta - 3 Juta	Sumur				Baik	Baik	Baik		
D1-D3	5	> 5 Juta	Sumur				Sedang	Sedang	Sedang		
D-4/Sarjana/Keprofesian	4	4 Juta - 5 Juta	Sumur				Baik	Baik	Baik		
	5	5	3	10	0	0	2	1	2	1	2
	6	7	4	19	14	12	11	14	11	12	13
	35	12	12	21	15	17	16	17	19	19	4
	1	14	8								5
	3	7	2								1
		2	21								2
		2									1
		1									1
	50	50	50	50	29	29	29	32	32	32	29

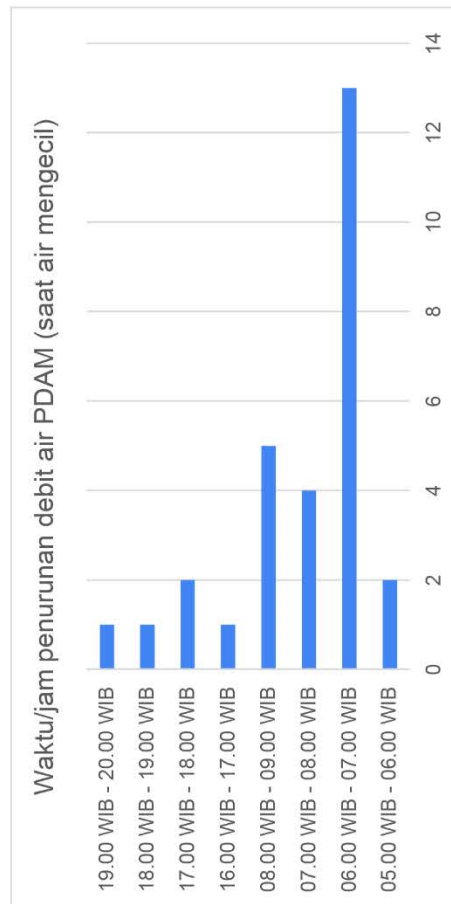
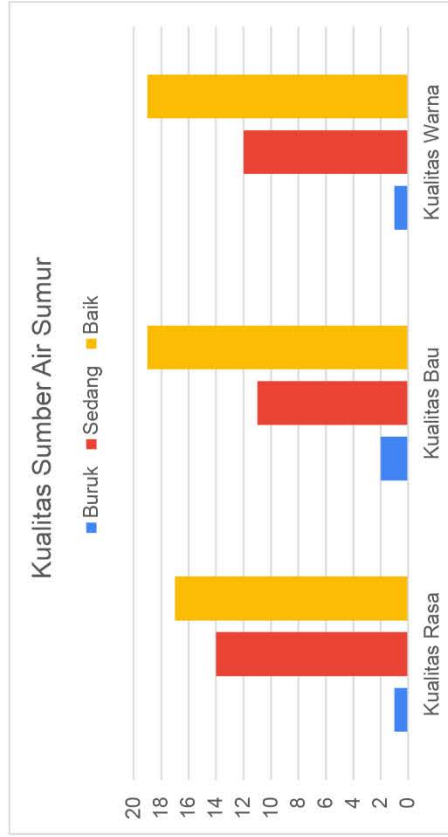
	Kualitas Rasa	Kualitas Bau	Kualitas Warna
Buruk	0	0	2
Sedang	14	12	11
Baik	15	17	16
	29	29	29

	Kualitas Rasa	Kualitas Bau	Kualitas Warna
Buruk	1	2	1
Sedang	14	11	12
Baik	17	19	19
	32	32	32

05.00 WIB - 06.00 WIB	2	7%
06.00 WIB - 07.00 WIB	13	45%
07.00 WIB - 08.00 WIB	4	14%
08.00 WIB - 09.00 WIB	5	17%
16.00 WIB - 17.00 WIB	1	3%
17.00 WIB - 18.00 WIB	2	7%
18.00 WIB - 19.00 WIB	1	3%
19.00 WIB - 20.00 WIB	1	3%



## Lampiran 2. Instrumen Pemetaan Sumber Air Masyarakat Lubuk Pakam

4/12/2021

INSTRUMEN KEBUTUHAN AIR BERSIH

# INSTRUMEN KEBUTUHAN AIR BERSIH

Judul Penelitian : Evaluasi Perhitungan Kebutuhan Air Bersih PDAM Tirta Deli Kecamatan

Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang

Peneliti : Anadiya Nadira Nasution

\* Required

1. Nama \*

---

2. Jenis Kelamin \*

*Mark only one oval.*

Laki-Laki

Perempuan

3. Tanggal Lahir \*

---

*Example: January 7, 2019*

4. Latar Belakang Pendidikan \*

*Mark only one oval.*

SD

SMP

SMA

D1-D3

D-4/Sarjana/Keprofesian

Magister

Dokter

<https://docs.google.com/forms/d/1Hr9QijJKyVfQp56pTHKtw2jdx6thfAde1yJTr-U1Tw/edit>

1/4

4/12/2021

INSTRUMEN KEBUTUHAN AIR BERSIH

5. Jumlah Anggota Keluarga (Penghuni Rumah) \*

Mark only one oval.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- >8

6. Akumulasi Pendapatan/Bulan Rumah Tangga \*

Mark only one oval.

- < 1 Juta
- 1 Juta - 2 Juta
- 2 Juta - 3 Juta
- 3 Juta - 4 Juta
- 4 Juta - 5 Juta
- > 5 Juta

7. Sumber Air \*

Mark only one oval.

- PDAM
- Sumur
- PDAM + Sumur

<https://docs.google.com/forms/d/1Hr9QijJKyVfQp56pTHKtw2jdx6thfAde1yJTr-U1Tw/edit>

2/4



4/12/2021

INSTRUMEN KEBUTUHAN AIR BERSIH

8. Kualitas Sumber Air PDAM (Isi jika sumber air di rumah berasal dari PDAM atau PDAM + Sumur)

Mark only one oval per row.

	Buruk	Sedang	Baik
Kualitas rasa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kualitas bau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kualitas warna	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Kualitas Sumber Air Sumur (Isi jika sumber air di rumah berasal dari Sumur atau PDAM + Sumur)

Mark only one oval per row.

	Buruk	Sedang	Baik
Kualitas rasa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kualitas bau	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kualitas warna	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Waktu/jam penurunan debit air PDAM (saat air mengecil) \*melihat keluhan pelanggan PDAM\*

Check all that apply.

- 05.00 WIB - 06.00 WIB
- 06.00 WIB - 07.00 WIB
- 07.00 WIB - 08.00 WIB
- 08.00 WIB - 09.00 WIB
- 16.00 WIB - 17.00 WIB
- 17.00 WIB - 18.00 WIB
- 18.00 WIB - 19.00 WIB
- 19.00 WIB - 20.00 WIB

4/12/2021

INSTRUMEN KEBUTUHAN AIR BERSIH

### Terima Kasih

Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi form ini dengan hati yang ikhlas :)

---

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms

<https://docs.google.com/forms/d/1Hr9QijJKyVfQp56pTHKtw2jdx6thfAde1yJTr-U1Tw/edit>

4/4

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 16/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)16/12/21