

DRAFT SKRIPSI

**ANALISIS KUALITAS DAN KEBUTUHAN AIR  
BERSIH PENDUDUK KECAMATAN LAHEI  
KABUPATEN BARITO UTARA**

Oleh :

IFAN SULIFAN  
NIM. DAB 115 007



JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PALANGKA RAYA

PALANGKA RAYA

2021

**ANALISIS KUALITAS DAN KEBUTUHAN AIR  
BERSIH PENDUDUK KECAMATAN LAHEI  
KABUPATEN BARITO UTARA**

**DRAFT SKRIPSI**

Oleh :

IFAN SULIFAN  
NIM. DAB 115 007

**Telah dipaparkan di depan Tim Pembahas, pada:**

Hari/Tanggal : Jumat/17 September 2021  
Waktu : 09.00–10.30 WIB  
Tempat : Masing-Masing

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



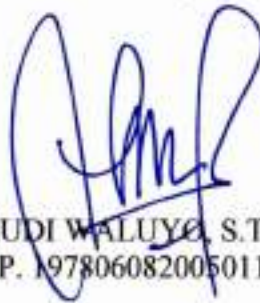
(Ir. HENDRO SUYANTO, M.T.)  
NIP. 195908311989031002



(NOMERITAE, S.T., M.Eng., Ph.D.)  
NIP. 197911092003122002

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya  
Ketua,



(Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.)  
NIP. 197806082005011003

## RINGKASAN

**ANALISIS KUALITAS DAN KEBUTUHAN AIR BERSIH PENDUDUK KECAMATAN LAHEI KABUPATEN BARITO UTARA**, Ifan Sulifan, DAB 115 007, Jurusan/ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Kecamatan Lahei adalah salah satu wilayah yang memiliki perkembangan penduduk yang setiap tahunnya semakin meningkat. Permintaan akan kebutuhan air bersih yang terjamin kualitasnya akan terus mengalami peningkatan setiap tahunnya akibat semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk. Ketersediaan air bersih juga sangat dibutuhkan untuk keperluan sehari-hari dan sebagian penduduk masih menggunakan air sungai langsung dengan cara mesin pompa. Hal ini disebabkan, karena tidak semua wilayah menggunakan pengolahan air bersih melalui PDAM. Tujuan dalam penulisan ini adalah untuk mengetahui kualitas air bersih, mengetahui jumlah kebutuhan air bersih yang akan datang sampai tahun 2034 secara keseluruhan (Kecamatan Lahei) dan khususnya di daerah pelayanan PDAM IKK Lahei, serta membandingkan kebutuhan air bersih di wilayah pelayanan saat ini terhadap debit air yang dihasilkan pada *intake*.

Penelitian ini dilakukan dengan pengumpulan data primer dan sekunder, kemudian akan dicari kualitas air bersih dengan melakukan pengujian laboratorium terhadap sampel-sampel air. Parameter-parameter yang diuji hanya berfokus pada kekeruhan, zat padat terlarut, suhu, pH, besi, mangan, nitrit, kadmium, seng dan timbal. Selanjutnya akan dicari jumlah penduduk sampai tahun 2034 menggunakan Metode Aritmatik, Geometrik dan Regresi Linier yang digunakan untuk memproyeksikan jumlah penduduk dengan memperhatikan laju pertumbuhan populasi penduduk masa lampau. Standar-standar pemakaian air bersih kemudian digunakan untuk mencari total kebutuhan air bersih. Kebutuhan air bersih yang didapatkan kemudian akan dibandingkan dengan debit air yang dihasilkan *intake* untuk memperoleh ketersediaan air bersih.

Hasil yang diperoleh untuk kualitas air bersih pelanggan PDAM IKK Lahei berdasarkan parameter-parameter yang di uji didapat belum memenuhi persyaratan untuk pH dan timbal, untuk parameter-parameter lain yang diperiksa sudah memenuhi persyaratan kualitas air bersih. Kebutuhan air bersih menurut jumlah penduduk pada tahun 2034 di Kecamatan Lahei sebesar 36,377 l/dt dan untuk di wilayah pelayanan PDAM IKK Lahei sebesar 7,394 l/dt. Rata-rata debit yang dihasilkan *intake* PDAM IKK Lahei sebesar 10 l/dt sehingga masih mencukupi kebutuhan air bersih penduduk sampai tahun 2034 di wilayah pelayanan PDAM IKK Lahei.

**Kata Kunci:** Penduduk, Air bersih, Ketersediaan, Kebutuhan air, Kualitas air

## **SUMMARY**

***ANALYSIS OF CLEAN WATER QUALITY AND NEED FOR POPULATION LAHEI DISTRICT NORTH BARITO REGENCY, Ifan Sulifan, DAB 115 007, Civil Engineering Department/ Study Program, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.***

*Lahei District is one of the areas that has a population growth that is increasing every year. The demand for clean water with guaranteed quality will continue to increase every year due to the increasing population growth. The availability of clean water is also very much needed for daily needs and some residents still use river water directly by pumping machines. This is because not all areas use clean water treatment through PDAM. The purpose of this paper is to determine the quality of clean water, determine the amount of clean water needs that will come until 2034 as a whole (Lahei District) and especially in the service area of PDAM IKK Lahei, and compare the need for clean water in the current service area to the water discharge generated at the intake.*

*This research was conducted by collecting primary and secondary data, and then looking for clean water quality by conducting laboratory tests on water samples. The parameters tested only focused on turbidity, dissolved solids, temperature, pH, iron, manganese, nitrite, cadmium, zinc and lead. Furthermore, the number of residents will be searched until 2034 using the Arithmetic, Geometric and Linear Regression Methods which are used to project the population by taking into account the population growth rate of the past population. The standards for using clean water are then used to find the total demand for clean water. The clean water requirement obtained will then be compared with the water discharge generated by the intake to obtain the availability of clean water.*

*The results obtained for the quality of clean water for PDAM IKK Lahei customers based on the parameters tested were found to have not met the requirements for pH and lead, for other parameters examined had met the requirements for clean water quality. The need for clean water according to the population in 2034 in Lahei District is 36,377 l/sec and for the service area of PDAM IKK Lahei it is 7,394 l/sec. The average discharge generated by PDAM IKK Lahei's intake is 10 l/s so that it is still sufficient for the population's clean water needs until 2034 in the service area of PDAM IKK Lahei.*

***Keywords:*** Population, Clean Water, Availability, Water Needs, Water Quality

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur hanya kepada Allah SWT oleh karena limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Draft Skripsi ini pada waktunya. Draft Skripsi berjudul **“ANALISIS KUALITAS DAN KEBUTUHAN AIR BERSIH PENDUDUK KECAMATAN LAHEI KABUPATEN BARITO UTARA”** disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya (UPR).

Pada kesempatan ini, penulis ucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Dr. Sutan Parasian Silitonga, S.TP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Dr. Deddy Nan Setya Putra Tanggara, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya dan Dosen Pembimbing Akademik.
6. Ibu Veronika Happy P., S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
7. Bapak Ir. Hendro Suyanto, M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama Skripsi.
8. Ibu Nomeritae, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Pendamping Skripsi.
9. Bapak Ir. Allan Restu Jaya, M.T. selaku Dosen Pembahas/Penelaah 1 Skripsi.
10. Bapak Dr. Ir. I Made Kamiana, M.T. selaku Dosen Pembahas/Penelaah 2 Skripsi.

11. Bapak Haiki Mart Yupi, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Moderator Skripsi.
12. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
13. Staf Tata Usaha dan Staf Akademik di Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
14. Kedua orang tua dan seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan doa dan motivasi hingga sampai pada tahap ini.
15. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil khususnya kepada Angkatan 2015 dan Angkatan 2014 serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Draft Skripsi ini.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati dan menyadari bahwa penulisan Draft Skripsi ini banyak kekurangan dan kelemahan, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang.

Palangka Raya, Agustus 2021

**IFAN SULIFAN**  
**DAB 115 007**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	5
1.3    Batasan Masalah.....	5
1.4    Tujuan Penelitian.....	6
1.5    Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1    Uraian Tentang Air.....	7
2.1.1    Pengertian Air Bersih ( <i>Clean Water</i> ) .....	7
2.1.2    Pengertian Air Minum ( <i>Drinking Water</i> ).....	8
2.2    Sumber Air Baku.....	8
2.2.1    Air Laut.....	10
2.2.2    Air Permukaan ( <i>Surface Water</i> ) .....	10
2.2.3    Air Tanah ( <i>Groundwater</i> ).....	12
2.2.4    Air Hujan (Air Atmosfer).....	14
2.2.5    Mata Air ( <i>Natural Water Source</i> ).....	15
2.3    Sumber Air Bersih Dari PDAM .....	16
2.3.1    Proses Pengolahan Air Bersih .....	18

2.4	Standar-Standar Kualitas Air Bersih .....	20
2.5	Persyaratan Kualitas Air Bersih .....	21
2.5.1	Persyaratan Fisik.....	22
2.5.2	Persyaratan Biologi.....	25
2.5.3	Persyaratan Kimia.....	26
2.6	Faktor-Faktor Penetapan Dalam Standar.....	41
2.7	Alternatif Pengolahan Air.....	43
2.8	Standar Kualitas Air Bersih di Indonesia .....	45
2.9	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kebutuhan Air Bersih.....	46
2.10	Standar Pemakaian Air Bersih.....	49
2.11	Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih.....	50
2.12	Analisis Data Penduduk .....	51
2.12.1	Proyeksi Jumlah Penduduk.....	51
2.13	Perkiraan Kebutuhan Air Bersih ( <i>Water Demand</i> ) .....	56
2.13.1	Kebutuhan Domestik .....	56
2.13.2	Kebutuhan Non Domestik .....	57
2.13.3	Kebutuhan Total Air Bersih .....	57
2.13.4	Kehilangan Air.....	57
2.13.5	Kebutuhan Air Rata-Rata Harian.....	58
2.13.6	Kebutuhan Air Maksimum .....	58
2.13.7	Kebutuhan Air Jam Puncak .....	59
2.13.8	Ketersediaan Air Bersih.....	59
2.14	Kajian Terhadap Penelitian Terdahulu .....	59

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1	Umum .....	64
3.2	Pendekatan Penelitian.....	64
3.3	Tahapan Penelitian .....	64
3.4	Perlengkapan dan Bahan Penelitian .....	65
3.5	Pengumpulan Data.....	65
3.6	Analisis Data .....	66

3.6.1	Analisis Hasil Pengujian Kualitas Air Bersih Pelanggan.....	66
3.6.2	Analisis Jumlah Penduduk.....	67
3.6.3	Analisis Kebutuhan Air Bersih.....	67
3.6.4	Analisis Ketersediaan Air Bersih.....	67
3.7	Teknik Pengambilan Sampel Air.....	67
3.8	Teknik Analisis Data .....	68
3.9	Bagan Alir Penelitian .....	69

#### **BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

4.1	Gambaran Umum Penelitian .....	70
4.2	Deskripsi Data .....	71
4.2.1	Data Penduduk Berdasarkan Jumlah Penduduk Kecamatan Lahei .....	71
4.2.2	Data Penduduk Berdasarkan Jumlah Penduduk Wilayah Pelayanan PDAM Unik IKK Lahei.....	72
4.2.3	Data Debit PDAM Unit IKK Lahei yang Tersedia .....	72
4.3	Analisis Kualitas Air Bersih Pelanggan PDAM Unit IKK Lahei .....	73
4.3.1	Pelanggan Terdekat (Kode Sampel P1).....	74
4.3.2	Pelanggan Tengah (Kode Sampel P2) .....	75
4.3.3	Pelanggan Terjauh (Kode Sampel P3).....	76
4.4	Analisis Data .....	77
4.4.1	Proyeksi Penduduk Kecamatan Lahei .....	77
4.4.2	Pemilihan Metode Proyeksi Jumlah Penduduk di Kecamatan Lahei .....	92
4.4.3	Proyeksi Jumlah Penduduk Wilayah Pelayanan PDAM Unit IKK Lahei .....	96
4.5	Prediksi Kebutuhan Air Bersih untuk Kecamatan Lahei Tahun 2020–2034.....	99
4.5.1	Sektor Domestik Kecamatan Lahei .....	100
4.5.2	Sektor Non Domestik Kecamatan Lahei .....	105

4.5.3	Jumlah Kehilangan Air Kecamatan Lahei .....	107
4.5.4	Kebutuhan Total Air Bersih Rata-Rata Harian Kecamatan Lahei .....	108
4.5.5	Kebutuhan Air Bersih Kecamatan Lahei .....	109
4.6	Prediksi Kebutuhan Air Bersih di Wilayah Layanan PDAM Unit IKK Lahei Tahun 2020–2034.....	112
4.6.1	Penentuan Kebutuhan Air Domestik Wilayah Pelayanan .....	112
4.6.2	Penentuan Kebutuhan Air Non Domestik Wilayah Pelayanan .....	117
4.6.3	Jumlah Kehilangan Air Wilayah Pelayanan .....	118
4.6.4	Kebutuhan Total Air Rata-Rata Harian Wilayah Pelayanan .....	120
4.6.5	Kebutuhan Air Bersih Wilayah Pelayanan .....	121
4.7	Ketersediaan Air Bersih PDAM Unit IKK Lahei.....	125
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan.....	126
5.2	Saran .....	127
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>128</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>132</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Korelasi Parameter Kualitas Air Dengan Faktor Penetapannya.....	42
2.2 Alternatif Pengolahan Sesuai Dengan Parameter .....	44
2.3 Parameter Fisik Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi.....	45
2.4 Parameter Biologi Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi.....	46
2.5 Parameter Kimia Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi.....	46
2.6 Pemakaian Air Bersih Domestik Standar SNI 6278.1:2015.....	49
2.7 Kriteria Kebutuhan Air Bersih.....	50
2.8 Pedoman Untuk Memberikan Interpretasi Koefisien Korelasi .....	55
4.1 Rekapitulasi Jumlah Penduduk di Kecamatan Lahei Tahun 2010–2019 .....	71
4.2 Rekapitulasi Jumlah Penduduk di Wilayah Pelayanan PDAM IKK Lahei Tahun 2010–2019 .....	72
4.3 Hasil Pemeriksaan Kualitas Air Sampel P1.....	74
4.4 Hasil Pemeriksaan Kualitas Air Sampel P2.....	75
4.5 Hasil Pemeriksaan Kualitas Air Sampel P3.....	76
4.6 Hasil Perhitungan Mundur Jumlah Penduduk Metode Aritmatik .....	80
4.7 Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Aritmatik.....	80
4.8 Hasil Perhitungan Standar Deviasi Metode Aritmatik .....	81
4.9 Proyeksi Jumlah Penduduk Kecamatan Lahei Metode Aritmatik .....	82
4.10 Hasil Perhitungan Mundur Jumlah Penduduk Metode Geometrik.....	84
4.11 Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Geometrik .....	85
4.12 Hasil Perhitungan Standar Deviasi Metode Geometrik.....	86
4.13 Proyeksi Jumlah Penduduk Kecamatan Lahei Metode Geometrik .....	87
4.14 Hasil Perhitungan Mundur Jumlah Penduduk Metode Regresi Linier...	88
4.15 Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Regresi Linier .....	90
4.16 Hasil Perhitungan Standar Deviasi Metode Regresi Linier .....	91
4.17 Proyeksi Jumlah Penduduk Kecamatan Lahei Metode Regresi Linier ..	92

4.18	Rekapitulasi Hasil Proyeksi Jumlah Penduduk Kecamatan Lahei 2010–2019 Masing-Masing Metode.....	93
4.19	Rekapitulasi Hasil Nilai Korelasi Masing-Masing Metode.....	94
4.20	Rekapitulasi Hasil Standar Deviasi Masing-Masing Metode.....	94
4.21	Rekapitulasi Masing-Masing Metode Proyeksi Jumlah Penduduk Kecamatan Lahei Sampai Tahun 2034.....	95
4.22	Hasil Proyeksi Jumlah Penduduk yang Berada di Wilayah Pelayanan PDAM IKK Lahei Sampai Tahun 2034 .....	98
4.23	Prediksi Jumlah Penduduk Kecamatan Lahei Terlayani .....	101
4.24	Jumlah Kebutuhan Air Sambungan Rumah Tangga (SR) Kecamatan Lahei Tahun 2020–2034 .....	102
4.25	Jumlah Kebutuhan Air Hidran Umum (HU) Kecamatan Lahei Tahun 2020–2034 .....	103
4.26	Kebutuhan Air Domestik Kecamatan Lahei Tahun 2020–2034.....	104
4.27	Kebutuhan Air Non Domestik Kecamatan Lahei Tahun 2020–2034.....	106
4.28	Jumlah Kehilangan Air Kecamatan Lahei Tahun 2020–2034.....	107
4.29	Kebutuhan Air Bersih Rata-Rata Kecamatan Lahei Tahun 2020–2034.	108
4.30	Rekapitulasi Total Kebutuhan Air Bersih di Kecamatan Lahei Kabupaten Barito Utara Tahun 2020–2034.....	110
4.31	Rekapitulasi Kebutuhan Air Bersih Hari Maksimum dan Jam Puncak di Kecamatan Lahei Tahun 2020–2034.....	111
4.32	Prediksi Jumlah Penduduk yang Terlayani Oleh PDAM IKK Lahei Tahun 2020–2034 .....	113
4.33	Jumlah Kebutuhan Air Sambungan Rumah Tangga (SR) Wilayah Pelayanan PDAM IKK Lahei Tahun 2020–2034.....	114
4.34	Jumlah Kebutuhan Air Hidran Umum (HU) Wilayah Pelayanan PDAM IKK Lahei Tahun 2020–2034 .....	115
4.35	Kebutuhan Air Domestik Wilayah Pelayanan Tahun 2020–2034.....	116
4.36	Kebutuhan Air Non Domestik Daerah Pelayanan PDAM IKK Lahei Tahun 2020–2034 .....	118

4.37	Jumlah Kehilangan Air Wilayah Pelayanan PDAM IKK Lahei Tahun 2020–2034 .....	119
4.38	Kebutuhan Air Bersih Rata-Rata Wilayah Pelayanan PDAM IKK Lahei Tahun 2020–2034 .....	120
4.39	Rekapitulasi Total Kebutuhan Air Bersih Wilayah Pelayanan PDAM IKK Lahei Tahun 2020–2034 .....	122
4.40	Rekapitulasi Kebutuhan Air Bersih Hari Maksimum dan Jam Puncak Wilayah Pelayanan PDAM IKK Lahei Tahun 2020–2034 .....	124
4.41	Perbandingan Kebutuhan Air Bersih Dengan Debit yang Dihasilkan <i>Intake</i> PDAM IKK Lahei .....	125

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Diagram Siklus Hidrologi.....	8
2.2 Derah Pengambilan Air Rawa .....	11
2.3 Mata Air Jenis Umbul.....	16
2.4 Mata Air Jenis Rembesan .....	16
2.5 Skema Proses Pengolahan Air Bersih.....	17
3.1 Bagan Alir Penelitian.....	69
4.1 Grafik Rekapitulasi Masing-Masing Metode Proyeksi Pertambahan Penduduk Kecamatan Lahei 2010–2019 .....	94
4.2 Grafik Rekapitulasi Proyeksi Jumlah Penduduk Kecamatan Lahei Sampai Tahun 2034 .....	96
4.3 Grafik Proyeksi Jumlah Penduduk di Wilayah Layanan PDAM IKK Lahei Sampai Tahun 2034 .....	99
4.4 Grafik Rekapitulasi Kebutuhan Air Bersih Hari Maksimum dan Jam Puncak di Kecamatan Lahei Tahun 2020–2034 .....	111
4.5 Grafik Rekapitulasi Kebutuhan Air Bersih Hari Maksimum dan Jam Puncak Wilayah Pelayanan PDAM IKK Lahei Tahun 2020– 2034.....	124

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Jumlah Penduduk .....	133
Lampiran 2. Data PDAM Unit IKK Lahei .....	143
Lampiran 3. Hasil Wawancara .....	144
Lampiran 4. Data Hasil Pemeriksaan Kualitas Air .....	145
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian .....	149
Lampiran 6. Jadwal Pelaksanaan Penelitian .....	157

## DAFTAR NOTASI

$P_t$	: Jumlah penduduk pada tahun t
$P_o$	: Jumlah penduduk pada tahun dasar
$r$	: Laju pertumbuhan penduduk
$t$	: Periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)
$Y$	: Nilai variabel berdasarkan garis regresi
$X$	: Variabel independen
$a$	: Konstanta
$b$	: Koefisien arah regresi linear
$n$	: Jumlah data
$r$	: Koefisien korelasi
$s$	: Standar deviasi
$s^2$	: <i>Varians</i>
$r_{xy}$	: Koefisien korelasi antara variabel x dan y
$\sum xy$	: Jumlah perkalian x dengan y
$x^2$	: Kuadrat x
$y^2$	: Kuadrat y
$x_i$	: Nilai tengah
$\bar{x}$	: Rata-rata
$n$	: Jumlah data
$Q_{hm}$	: Kebutuhan air maksimum (l/dt)
$F_{hm}$	: Faktor harian maksimum
$Q_{rh}$	: Kebutuhan air rata-rata harian (l/dt)
$Q_{jm}$	: Kebutuhan air jam puncak (l/dt)
$F_{jm}$	: Faktor jam puncak
$Q_{rh}$	: Kebutuhan air rata-rata harian (l/dt)

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Air bersih memiliki peranan yang sangat penting dalam keberlangsungan kehidupan manusia. Manusia sebagai makhluk hidup akan tetap memerlukan air bersih berkualitas baik. Air bersih dalam kegiatan sehari-hari digunakan untuk memasak, mencuci, mandi, dan untuk dikonsumsi. Kebutuhan air bersih selalu ada dalam kehidupan manusia, sehingga sumber air bersih haruslah terpenuhi (Fitriati et al., 2018).

Masalah ketersediaan air bersih negara berkembang terutama di Indonesia, tidak lepas akan permasalahan pemenuhan kebutuhan air bersih bagi masyarakatnya. Permasalahan ketersediaan air bersih disebabkan kurangnya ketersediaan air bersih yang diikuti dengan belum menyeluruhnya pengadaan air bersih terutama di setiap daerah kelurahan ataupun pedesaan, serta tidak optimalnya pemanfaatan sumber air bersih yang ada (Hendriyani et al., 2019).

Akibat perkembangan lingkungan yaitu perubahan iklim salah satunya pada media lingkungan berupa air, antara lain pola curah hujan yang berubah-ubah. Hal ini juga menjadikan berkurangnya ketersediaan air bersih untuk keperluan sehari-hari. Curah hujan yang lebat dan terjadinya banjir memperburuk sistem sanitasi yang belum memadai, sehingga masyarakat terancam penyakit menular melalui air seperti diare dan lain-lain. Kebutuhan air ditinjau dari segi kesehatan masyarakat

untuk keperluan aktivitas sehari-hari harus memenuhi syarat kualitas agar kesehatan masyarakat terjamin (Permenkes RI No. 32 Tahun 2017).

Penyediaan sumber air bersih, kualitas air bersih, dan pelayanan air bersih dapat tidak sama di setiap wilayah. Hal ini karena dipengaruhi oleh beberapa faktor mulai dari terjadinya pencemaran limbah industri, kondisi geografi yang berbeda-beda serta penyebaran konsumen. Kapasitas debit air yang dialirkan PDAM di suatu wilayah ke penduduk yang menjadi sumber air bersih terkadang belum bisa mencukupi seluruh kebutuhan penduduk di suatu wilayah secara kualitas dan kuantitas. Kondisi ini masih terjadi di sebagian wilayah Kalimantan Tengah, salah satunya di Kabupaten Barito Utara, khususnya di Kecamatan Lahei. Sumber utama yang digunakan untuk air bersih penduduk di tiga belas desa di Kecamatan Lahei adalah PAM/PDAM, mata air (*natural water source*), air sungai (*river water*). Penyediaan air untuk minum serta memasak hanya di kelurahan Lahei I dan kelurahan Lahei II yang menggunakan pengelolaan air bersih melalui PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) IKK Lahei.

Hal yang dapat terjadi apabila jumlah penduduk mengalami perkembangan dan penambahan di suatu wilayah adalah kebutuhan terhadap air bersih sesuai standar kesehatan juga semakin meningkat yang berarti jumlah kebutuhan air bersih juga semakin bertambah. Kecamatan Lahei adalah salah satu kecamatan yang ada di wilayah Kabupaten Barito Utara. Kecamatan ini merupakan wilayah dengan perkembangan penduduk yang setiap tahunnya semakin meningkat. Jumlah penduduk di Kecamatan Lahei pada tahun 2019 berjumlah 14.444 jiwa atau 3.214 jumlah rumah tangga. Pesatnya pembangunan disertai dengan jumlah penduduk

yang meningkat, maka perlu diimbangi dengan peningkatan pelayanan terhadap masyarakat, terutama yang berhubungan dengan ketersediaan air bersih. PDAM IKK Lahei sendiri baru bisa memenuhi kebutuhan air bersih sebesar 800 jumlah rumah tangga atau 3.200 jiwa penduduk.

Bersumber dari data dan proses wawancara Ketua Instalasi Kota Kecamatan (IKK) Lahei, mempunyai realisasi rata-rata debit air bersih yang dihasilkan *intake* PDAM IKK Lahei sebesar 10 l/dt dengan menggunakan 2 pompa. Jumlah rata-rata jam operasional setiap harinya tidak sampai 12 jam yang melayani sekitar tidak kurang dari 800 sambungan pelanggan. Selain itu, faktanya di lapangan bahwa masyarakat di Kecamatan Lahei sangat membutuhkan keberadaan air bersih, sehingga masyarakatnya berusaha mencari sumber air yang baik dan terjamin kualitasnya. Pengambilan air penduduk di Kecamatan Lahei adalah dengan cara mengambil air dari sungai menggunakan mesin pompa atau jerigen. Cara-cara seperti itu memang bisa diandalkan, akan tetapi air yang diambil langsung dari sungai masih dipertanyakan kualitasnya. Kualitas airnya, walaupun dalam hal ini terlihat baik tetapi air sungai yang digunakan dapat terjadi kemungkinan pencemaran oleh suatu polutan. Hal ini menjadi tantangan bagi PDAM IKK Lahei sebagai penyuplai air bersih dalam usaha meningkatkan layanannya, guna mencukupi kebutuhan air bersih masyarakat Kecamatan Lahei.

PDAM IKK Lahei pada tahun 1992 mulai beroperasi dengan satu pompa dan pada tahun 2015 menjadi dua pompa. PDAM IKK Lahei, sampai saat ini kurang lebih sudah 29 tahun beroperasi. Umur pada pipa distribusi air bersih yang digunakan untuk mengalirkan air, guna kebutuhan sehari-hari ke pelanggan cukup

lama. Hal ini dapat menyebabkan kualitas air bersih hingga ke pelanggan menurun. Air yang bening belum tentu sehat dan layak, tidak jarang air tercemar oleh *pathogens* berbahaya yang mengancam, tetapi air keruh sudah pasti berbahaya. Kondisi kualitas air bersih penting untuk diketahui sesuai dengan standar syarat-syarat air bersih.

Kaitannya kualitas dengan analisa kebutuhan air bersih adalah untuk mengetahui perkiraan jumlah kebutuhan air bersih yang didistribusikan PDAM IKK Lahei saat ini, dan masa yang akan datang disertai dengan kualitas air bersih yang tidak tercemar dan sesuai standar syarat kesehatan. Desakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih tidak dapat dihindari, akan tetapi perlu diprediksi dan direncanakan. Air bersih yang ideal yaitu tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna, dan tidak mengandung logam berat serta bebas dari resiko tercemar bakteri dan makhluk membahayakan lainnya.

Oleh karena itu, dalam rangka memenuhi kebutuhan air yang semakin meningkat, perlu dikaji kebutuhan air bersih pada kondisi saat ini dan kebutuhan mendatang di Kecamatan Lahei khususnya daerah pelayanan. Barangkali bisa menjadi salah satu solusi agar kebutuhan terhadap air bersih yang bermutu dapat tercukupi dan terencana dengan baik di masa yang akan datang, sehingga dapat menghadapi resiko kekurangan persediaan, debit yang dialirkan dapat diprediksi, mencegah kemungkinan pemborosan penggunaan air, PDAM yang digunakan sebagai sumber air bersih dapat selalu berupaya dalam meningkatkan cakupan layanannya dan bekerja secara optimal.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diambil rumusan masalah pada penelitian ini meliputi:

1. Bagaimana kualitas air bersih pelanggan PDAM IKK Lahei saat ini yang telah digunakan untuk kebutuhan sehari-hari?
2. Berapa jumlah penduduk di Kecamatan Lahei dan wilayah pelayanan PDAM IKK Lahei sampai tahun 2034?
3. Berapa kebutuhan air bersih penduduk di Kecamatan Lahei dan wilayah pelayanan PDAM IKK Lahei sampai tahun 2034?
4. Bagaimana ketersediaan air bersih PDAM IKK Lahei sampai tahun 2034?

## 1.3 Batasan Masalah

Karena luasnya cakupan dalam penelitian ini sehingga penulis membatasi masalah yang terdiri dari:

1. Jumlah sampel air yang diambil sebanyak tiga sampel berada dilokasi pelanggan terdekat, di tengah dan paling jauh dari lokasi PDAM IKK Lahei berada dengan pengujian laboratorium terhadap parameter tertentu.
2. Perhitungan kebutuhan air bersih sampai tahun 2034 berdasarkan pertumbuhan penduduk yang ada di Kecamatan Lahei dan di wilayah pelayanan PDAM IKK Lahei Kabupaten Barito Utara.
3. Kebutuhan air bersih yang dimaksud adalah kebutuhan air bersih domestik dan non domestik.
4. Ketersediaan air diperoleh dari membandingkan data debit yang dihasilkan *intake* PDAM IKK Lahei terhadap kebutuhan air bersih.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis kualitas air bersih pelanggan PDAM IKK Lahei saat ini yang telah digunakan untuk kebutuhan sehari-hari?
2. Mengetahui jumlah proyeksi pertumbuhan penduduk di Kecamatan Lahei dan wilayah pelayanan PDAM IKK Lahei sampai tahun 2034.
3. Mengetahui kebutuhan air bersih penduduk di Kecamatan Lahei dan wilayah pelayanan PDAM IKK Lahei sampai tahun 2034.
4. Mengetahui ketersediaan air bersih PDAM IKK Lahei sampai tahun 2034.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian dapat digunakan untuk memberikan masukan kepada pihak lembaga pemerintahan dan pihak PDAM IKK Lahei berupa rekomendasi, informasi, evaluasi serta pengambilan kebijakan dalam merencanakan dan memperkirakan seberapa besar jumlah kebutuhan air bersih yang akan disalurkan pada masa yang akan datang. Menganalisis kualitas air pelanggan PDAM IKK Lahei guna mengetahui kualitas air bersih yang telah digunakan sehari-hari. Manfaat bagi penulis lain selanjutnya bisa dijadikan sumber atau alternatif dalam melakukan penelitian tentang analisis kualitas dan kebutuhan air bersih.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Uraian Tentang Air**

Air merupakan senyawa kimia hasil ikatan dari unsur hidrogen ( $H_2$ ) yang bersenyawa dengan unsur oksigen (O) sehingga terbentuk senyawa air ( $H_2O$ ) (Halim et al., 2019). Air menjadi salah satu unsur dasar yang mutlak, sangat penting bagi keberlangsungan kehidupan makhluk hidup di muka bumi ini. Kebutuhan akan air bersih membuat manusia akan selalu berusaha mendapatkannya dengan cara yang mudah dan tidak memerlukan banyak biaya. Air bersih yang diperlukan manusia harus memenuhi berbagai persyaratan, terutama kualitas, kuantitas, kontinuitas, dan aspek kesehatan (Salmani, 2018). Air yang terdapat di bumi melingkupi kira-kira 1,3 sampai 1,4 milyar  $km^3$  dengan 97,5% adalah air laut dan 1,75% wujud es serta 0,73% yang berada di daratan sebagai air danau, air tanah, air sungai dan sebagainya (Sirang, 2011).

##### **2.1.1 Pengertian Air Bersih (*Clean Water*)**

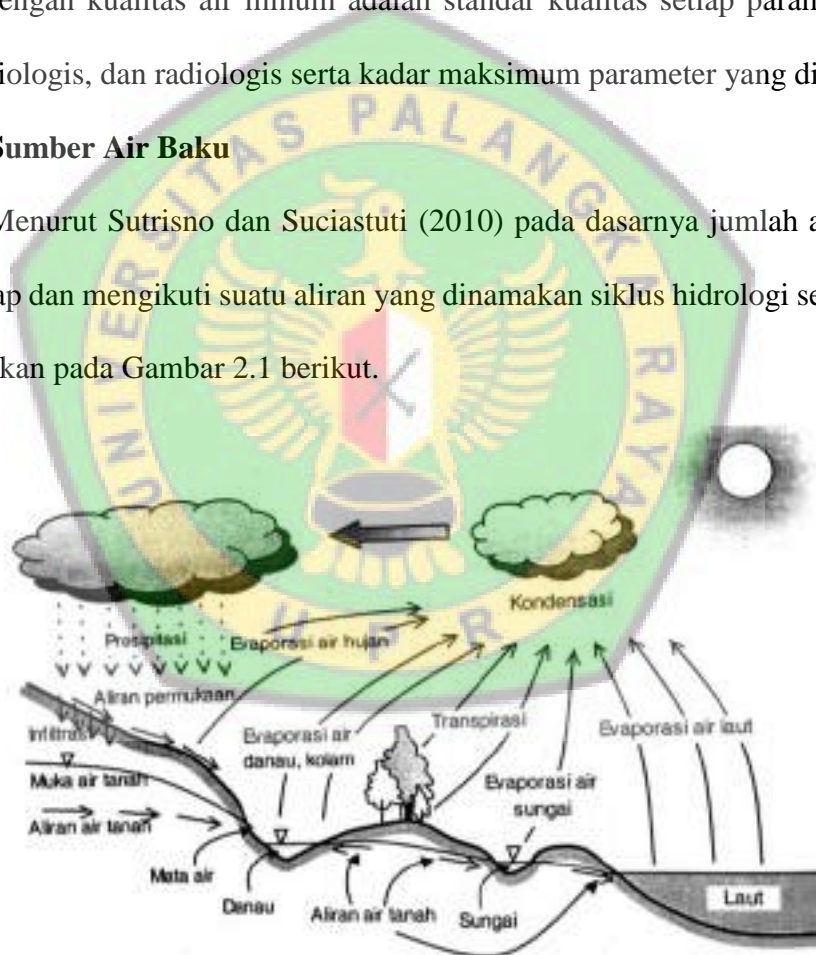
Air bersih atau disebut juga *clean water* air yang secara fisik memenuhi syarat, dan dapat dimanfaatkan dalam melakukan aktivitas sehari-hari (Pynkyawati & Wahadamaputera, 2015). Air bersih merupakan air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dimasak terlebih dahulu sebelum bisa menjadi air untuk dikonsumsi atau diminum (Permenkes RI No. 416/Menkes/PER/IX/1990).

### 2.1.2 Pengertian Air Minum (*Drinking Water*)

Air minum adalah air yang melewati proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan bisa langsung diminum. Air minum aman untuk kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisik, mikrobiologis, kimiawi serta radioaktif (Permenkes RI No. 492/Menkes/PER/IV/2010). Menurut Permenkes RI No. 416/Menkes/PER/IX/1990, yang membedakan kualitas air bersih dengan kualitas air minum adalah standar kualitas setiap parameter fisik, kimia, biologis, dan radiologis serta kadar maksimum parameter yang diizinkan.

### 2.2 Sumber Air Baku

Menurut Sutrisno dan Suciastuti (2010) pada dasarnya jumlah air di alam akan tetap dan mengikuti suatu aliran yang dinamakan siklus hidrologi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 berikut.



Sumber: Suripin, 2004

**Gambar 2.1 Diagram Siklus Hidrologi**

Menurut Kencanawati dan Mustakim (2018) siklus hidrologi merupakan suatu proses yang selalu berulang, dimana air menguap dari lautan ke atmosfer (udara), ke darat dan akan kembali lagi ke laut. Tahapan siklus hidrologi yang dimaksud yaitu: evaporasi, transpirasi, kondensasi, presipitasi, *run off*, perkolasi, air tanah, dan air permukaan.

- a) Evaporasi yaitu proses penguapan yang terjadi di permukaan bumi dan laut, dimana air berubah dari cairan menjadi uap.
- b) Transpirasi adalah proses tumbuh-tumbuhan dan tanaman hidup yang menguapkan air menuju ke atmosfer.
- c) Kondensasi ialah proses uap air membeku di awan menjadi butiran air.
- d) Presipitasi adalah proses air jatuh dari atmosfer menuju ke permukaan bumi yaitu sebagai hujan, salju, dan embun.
- e) *Run off* merupakan suatu proses air yang mengalir pada permukaan tanah.
- f) Perkolasi merupakan proses air yang merembes ke dalam lapisan-lapisan tanah, berjalan dengan perlahan dan alamiah (infiltrasi).
- g) Air tanah adalah proses mengalir dan terkumpulnya air di dalam lapisan tanah jenuh air.
- h) Air permukaan yaitu mengalir dan terkumpulnya air di atas permukaan tanah yang menjadi sungai maupun rawa.

Sumber air baku sangat utama dalam terpenuhinya sistem penyediaan air bersih, karena tanpa sumber air baku akan mengakibatkan sistem penyediaan air bersih tidak dapat beroperasi. Dalam memastikan sumber air baku untuk air bersih memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air bersih, harus memenuhi

persyaratan utama yang melingkupi kualitas, kuantitas, kontinuitas dan biaya yang murah dalam tahapan-tahapan pengambilan hingga pengolahan air bersih. Beberapa jenis sumber-sumber air baku diantaranya meliputi:

### **2.2.1 Air Laut**

Air laut merupakan sumber air baku yang tidak memenuhi syarat untuk dikonsumsi karena adanya kadar garam NaCl yang mempunyai sifat asin dalam air laut sebanyak 3% (Sutrisno & Suciastuti, 2010).

### **2.2.2 Air Permukaan (*Surface Water*)**

Air permukaan merupakan air yang berasal dari air hujan yang turun ke permukaan bumi dan terkumpul di suatu tempat yang relatif rendah seperti sungai, danau dan laut. Air permukaan yang biasa sering digunakan adalah air sungai, dimana lebih dari 40.000 km<sup>3</sup> air segar didapatkan dari sungai-sungai di dunia (Kumalasari & Satoto, 2011).

Kebanyakan air permukaan terjadi pengotoran sepanjang pengalirannya, misalnya saja oleh lumpur, daun-daun, batang-batang kayu, maupun yang berasal dari kotoran industri kota. Pengotoran untuk setiap air permukaan dapat berbeda-beda tergantung pada daerah pengaliran air permukaan. Jenis pengotorannya dapat berupa kotoran fisik, kimia, dan bakteriologi (Sutrisno & Suciastuti, 2010).

Terdapat 2 macam air permukaan seperti:

#### **1. Air Sungai**

Pada dasarnya air sungai adalah air hujan yang jatuh ke permukaan bumi dan melewati daerah aliran sungai (Salmani, 2018). Menurut Sutrisno dan Suciastuti (2010) air sungai apabila diperuntukan sebagai air minum, haruslah

mengalami suatu pengolahan yang sempurna, mengingat air sungai mempunyai level pengotoran yang tinggi sekali. Debit air sungai yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan akan air umumnya dapat tercukupi.

## 2. Air Rawa/Danau

Air danau merupakan air permukaan yang berasal dari air tanah atau air hujan yang bergabung pada tempat yang relatif rendah/cekung (Salmani, 2018). Biasanya air rawa/danau berwarna yang disebabkan oleh adanya zat-zat organik yang sudah membusuk, misalnya asam humus yang larut bersama air membuat warna kuning cokelat. Pada Gambar 2.2 menunjukkan pengambilan air disarankan di posisi tengah-tengah kedalaman air agar endapan-endapan mangan dan besi tidak ikut terbawa, demikian juga dengan lumut yang ada di atas permukaan rawa/telaga (Sutrisno & Suciastuti, 2010).



Sumber: Sutrisno & Suciastuti, 2010

**Gambar 2.2 Daerah Pegambilan Air Rawa**

Adapun keuntungan dan kerugian menggunakan sumber air dari air permukaan.

1. Keuntungan dengan memakai sumber air permukaan seperti (Salmani, 2018):
  - a) Memungkinkan untuk digunakan sebagai sumber air baku untuk sistem penyediaan air bersih yang relatif besar apabila ditinjau dari kuantitas dan kontinuitas.
  - b) Lokasi sumber air mudah diketahui dan dijangkau.
  - c) Data mengenai sumber air relatif mudah didapat.
2. Kerugian menggunakan sumber air permukaan meliputi (Salmani, 2018):
  - 1) Untuk memperbaiki kualitas air diperlukan pengolahan yang lengkap.
  - 2) Sehubungan dengan fluktuasi kuantitas air yang dipengaruhi musim, konsentrasi beban pencemaran yang terkandung dalam air permukaan juga ikut berfluktuasi, biasanya memerlukan pengolahan khusus untuk memperbaiki kualitas air, baik sebelum atau sesudah diolah.
  - 3) Apabila terjadi fluktuasi debit dan tinggi muka air, akan menyulitkan dalam penyadapan air.
  - 4) Memerlukan pompa untuk menaikkan air baku karena air permukaan biasanya terletak pada level muka air yang relatif rendah.
  - 5) Cukup sulit dan rumit untuk melindungi sumber air dari kontaminasi.

### **2.2.3 Air Tanah (*Groundwater*)**

Sumber air tanah adalah berasal dari presipitasi yang akan menembus tanah secara langsung ke lapisan air tanah atau mungkin memasuki sungai di permukaan tanah dan merembes ke bawah melalui alur-alur ke dalam tanah (Salmani, 2018).

Berdasarkan jenisnya air tanah dapat dibagi menjadi air tanah dangkal dan air tanah dalam.

#### 1. Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal terjadi karena daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan terhalang akibatnya air tanah akan jernih tetapi lebih banyak membawa suatu zat kimia karena melewati lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu pada setiap lapisan di tanah yang berfungsi sebagai saringan. Air tanah dangkal biasanya terdapat pada kedalaman 15 m. Air tanah dangkal sebagai sumber air minum ditinjau dari segi kualitas cukup baik. Kuantitas kurang cukup dan tergantung pada musim (Sutrisno & Suciastuti, 2010).

#### 2. Air Tanah Dalam

Menurut Sutrisno dan Suciastuti (2010) air tanah dalam terdapat setelah lapis rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam cukup susah, dibanding air tanah dangkal. Pengambilan air tanah dalam harus menggunakan bor dan memasukkan pipa sampai kedalaman 100–300 m, sehingga akan didapatkan suatu lapisan air. Kualitas air tanah dalam tentu lebih baik dari air tanah dangkal, ini karena adanya proses penyaringan yang terjadi secara sempurna dan bebas dari bakteri berbahaya.

Berikut adalah keuntungan dan kerugian memanfaatkan sumber air dari air tanah.

1. Keuntungan menggunakan sumber air dari air tanah yaitu (Salmani, 2018):
  - a) Kondisi air tanah cukup jernih sehingga tidak diperlukan pengolahan secara lengkap.

- b) Kualitas air tanah yang cukup stabil sepanjang waktu.
  - c) Mudah untuk menjaga sumber air tanah dari pencemaran.
2. Kerugian memakai sumber air berasal dari air tanah seperti (Salmani, 2018):
- 1) Sulit untuk mengetahui lokasi sumber air dan kuantitas dari debit air.
  - 2) Kuantitas sumber air terbatas dan kadang-kadang dipengaruhi oleh musim sehingga kuantitas suplai air baku yang diharapkan sulit untuk dipenuhi.
  - 3) Di daerah tertentu masih terdapat masalah kualitas air yang berupa tingginya kandungan mineral dalam air tanah seperti Fe, Mn, CO<sub>2</sub> agresif, kesadahan, dan alkalinitas.

#### 2.2.4 Air Hujan (Air Atmosfer)

Air hujan merupakan air yang berasal dari presipitasi uap air yang berkumpul menjadi awan dan jatuh ke permukaan bumi sebagai butir-butir air yang disebut air hujan atau air atmosfer. Air hujan yang jatuh ke bumi tidak selalu berupa zat cair tapi mungkin pula sebagai zat padat hujan es atau salju (Salmani, 2018).

Air hujan dalam kondisi yang murni sangat bersih. Air hujan sebaiknya tidak diambil pada saat hujan baru turun, disebabkan adanya pengotoran di udara oleh kotoran-kotoran debu maupun industri. Selain itu, karena air hujan memiliki sifat agresif yang menjadikan pipa-pipa distribusi maupun *reservoir*, mempercepat terjadinya korosi (karatan). Air hujan juga mempunyai sifat lunak yang membuat borosnya penggunaan sabun (Sutrisno & Suciastuti, 2010).

Memanfaatkan sumber air yang berasal dari air atmosfer tentu mempunyai keuntungan dan kerugiannya.

1. Keuntungannya seperti (Salmani, 2018):
  - a) Kualitas air cukup baik (air setelah beberapa saat hujan turun).
  - b) Tidak memerlukan pengolahan yang lengkap.
2. Kerugiannya terdiri dari (Salmani, 2018):
  - 1) Karena air atmosfer terdapat mineral yang relatif rendah dan bersifat agresif maka perlu penambahan mineral, kenaikan derajat keasaman (pH), penambahan sifat alkalinitas dan kesadahan juga desinfektan.
  - 2) Memerlukan penampung yang besar sebagai persediaan air untuk jangka waktu yang panjang.

#### **2.2.5 Mata Air (*Natural Water Source*)**

Mata air adalah air yang berasal dari air yang mengalir di lapisan tanah berpasir atau bebatuan ataupun mengalir melalui celah-celah yang terdapat pada tiap lapisan batu. Aliran ini jika tertahan oleh suatu lapisan rapat air (seperti tanah liat dan batu cadas), maka air akan mengalir dan muncul ke permukaan tanah. Kerugian memakai sumber air dari mata air adalah lokasi mata air yang biasanya sukar dijangkau (Salmani, 2018).

Sumber air yang digunakan adalah berasal dari mata air mempunyai kelebihan, seperti (Salmani, 2018):

- a) Kondisi kualitas air yang relatif baik.
- b) Tidak memerlukan pengolahan lengkap.
- c) Tidak memerlukan sistem pemompaan karena biasanya posisi mata air berada di daerah yang relatif tinggi.
- d) Tidak terpengaruh oleh fluktuasi, pada umumnya debit akan tetap.

Berdasarkan cara munculnya air ke permukaan tanah, mata air dapat terbagi atas umbul adalah air ke luar ke permukaan pada suatu dataran ditunjukkan pada Gambar 2.3. Mata air rembesan yaitu air ke luar dari lereng-lereng ditunjukkan dengan Gambar 2.4 (Sutrisno & Suciastuti, 2010).



Sumber: Sutrisno & Suciastuti, 2010

**Gambar 2.4 Mata Air Jenis Rembesan**

### 2.3 Sumber Air Bersih Dari PDAM

Menurut Pynkyawati dan Wahadamaputera (2015) sumber air baku dari PAM (Perusahaan Air Minum) biasanya didapatkan dari sungai, mata air, dan atau dari danau. Air akan melalui pengolahan terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan,

agar memenuhi persyaratan-persyaratan air bersih yang meliputi baik secara fisik, biologis, kimia, maupun radioaktif.

Cara pengolahan air bersih PDAM secara umum terdiri dari beberapa cara, terdiri dari (Pynkyawati & Wahadamaputera, 2015):

1. Pengolahan dengan cara fisika ialah pengolahan yang dikerjakan secara mekanis dan tanpa menggunakan bahan kimia, misalnya absorpsi, filtrasi, pengendapan, dan lain-lain.
2. Pengolahan secara kimiawi merupakan pengolahan bertujuan untuk memisahkan logam-logam berat yang terdapat di dalam air, dengan menambahkan bahan kimia tawas, *chlor*, dan zat-zat kimia lain.
3. Pengolahan cara biologis adalah mikroorganismenya dimanfaatkan untuk dijadikan media dalam pengolahannya.

Secara garis besar proses perjalanan pengolahan air di PDAM adalah sebagai berikut:



Sumber: Pynkyawati & Wahadamaputera, 2015

### Gambar 2.5 Skema Proses Pengolahan Air Bersih

Air sebelum diproses, terlebih dahulu air masuk ke bangunan *intake*, yang bertujuan untuk memisah-misahkan suatu materi-materi atau zat-zat yang terkumpul bersama di dalam air. Air setelah itu masuk ke dalam bak yang nantinya akan dipompa menuju ke bangunan WTP (*Water Treatment Plant*). Bangunan WTP sering disebut dengan nama bangunan utama dalam pengolahan air bersih yang

memiliki unit aselator (bak koagulasi, bak flokulasi, sedimentasi, dan bak filtrasi) dan akan menghasilkan *clear water* atau air bersih. Air ini berikutnya masuk ke dalam *reservoir* terlebih dahulu yang berguna untuk tempat menampung air sementara sebelum dialirkan melalui pipa-pipa ke konsumen (Pynkyawati & Wahadamaputera, 2015).

### 2.3.1 Proses Pengolahan Air Bersih

Proses pengolahan air ada yang disebut pengolahan lengkap dan tidak lengkap. Sumber air baku yang digunakan berasal dari air permukaan biasanya akan dilakukan pengolahan secara lengkap, sedangkan apabila sumber air baku berasal dari mata air atau air tanah pengolahannya dilakukan secara tidak lengkap (Salmani, 2018). PDAM IKK Lahei mengambil sumber air bakunya berasal dari air permukaan yaitu sungai Barito tentu akan melalui pengolahan lengkap. Berikut adalah unit-unit pengolahan yang diperlukan untuk pengolahan lengkap yaitu:

1. Pengambilan Air Baku (*Intake*)

*Intake* merupakan bangunan penangkap air yang berfungsi untuk menangkap air dari sumbernya bisa berasal dari air permukaan maupun air tanah. Pada unit *intake* ini harus mampu mengumpulkan air sesuai dengan keperluan untuk diolah dan didistribusikan (Salmani, 2018).

2. Prasedimentasi

Bangunan prasedimentasi berperan untuk menyingkirkan partikel diskrit dan material kasar yang diendapkan dengan cara gravitasi. Pengolahan selanjutnya dapat berkurang dengan adanya bangunan prasedimentasi ini (Salmani, 2018).

### 3. Koagulasi

Pada unit koagulasi yaitu proses destabilisasi partikel koloid, dengan adanya penambahan bahan kimia berupa tawas, secara fisik memerlukan pengaduk cepat (*flash mixing*), dan secara mekanis memakai batang pengaduk (Pynkyawati & Wahadamaputera, 2015).

### 4. Flokulasi

Flokulasi merupakan bak untuk menyisahkan kekeruhan air yang berlangsung dengan cara pengadukan lambat (*slow mixing*), bertujuan untuk penggumpalan partikel (flok kecil) untuk dijadikan ukuran yang lebih besar (Pynkyawati & Wahadamaputera, 2015).

### 5. Sedimentasi

Bangunan sedimentasi ialah unit yang berguna untuk mengendapkan partikel-partikel flokulen yang terbentuk, yang sebelumnya sudah melalui proses koagulasi dan flokulasi. Karena adanya perbedaan berat jenis air dan lumpur (biasanya partikel koloid berupa lumpur) akan terpisah secara otomatis (Salmani, 2018; Pynkyawati & Wahadamaputera, 2015).

### 6. Filtrasi

Merupakan suatu bangunan penyaringan air dari partikel-partikel koloid yang tidak terendapkan sebelumnya selama proses sedimentasi, dengan melalui media yang berbutir (Salmani, 2018).

### 7. Desinfeksi

Tujuan utama dari proses desinfeksi adalah untuk memenuhi persyaratan atau kriteria bakteriologis di dalam air. Desinfeksi bermanfaat untuk

mencegah berkembang biaknya bakteri pada *reservoir* dan pipa distribusi (Salmani, 2018).

#### 8. *Reservoir*

*Reservoir* atau tank adalah bangunan yang berfungsi sebagai tempat penampungan air bersih yang sudah melalui proses pengolahan sebelum dialirkan ke konsumen (Salmani, 2018).

### 2.4 Standar-Standar Kualitas Air Bersih

Kualitas air diartikan sebagai kadar parameter yang dianalisis secara teliti, sehingga menunjukkan mutu dan karakteristik air. Mutu air dan karakteristik ini ditentukan oleh jenis dan sifat-sifat bahan yang terkandung di dalamnya. Bahan-bahan tersebut baik yang padat, cair, maupun gas, terlarut maupun yang tidak terlarut secara alamiah mungkin sudah terdapat dalam air dan diperoleh selama mengalami siklus hidrologi. Mutu dan karakteristik air ditentukan dengan kondisi lingkungan di mana air berada.

Aktivitas manusia dalam memanfaatkan sumber daya alam dan lingkungan sering juga menimbulkan bahan-bahan buangan yang mempunyai kecenderungan pada peningkatan jumlah dan kandungan bahan-bahan di dalam air. Bahan-bahan ini apabila tidak ditangani secara baik dapat menimbulkan permasalahan pencemaran, lebih-lebih apabila lingkungan tidak mempunyai daya dukung yang cukup untuk menetralkan atau mengurangi bahan pencemar.

Air sangat dibutuhkan oleh semua makhluk di dunia, khususnya sebagai air minum. Pada umumnya ditentukan beberapa standar di beberapa negara berbeda-beda menurut kondisi negara masing-masing, perkembangan ilmu pengetahuan dan

teknologi. Menurut Sutrisno dan Suciastuti (2010) saat ini dikenal beberapa jenis standar kualitas air minum baik yang bersifat nasional maupun internasional. Standar kualitas air yang bersifat nasional hanya berlaku bagi suatu negara yang menetapkan standar tersebut, sedangkan yang bersifat internasional berlaku pada berbagai negara yang belum memiliki atau menetapkan standar kualitas secara tersendiri. Standar-standar yang dikenal, antara lain yaitu:

- 1) *World Health Organization's European Standards for Drinking Water, 1961.*
- 2) *World Health Organization's International Standards for Drinking Water, 1963.*
- 3) *Public Health Service Drinking Water Standards, 1962.*
- 4) *American Water Works Association's Quality Goals for Potable Water, 1968.*

Standar kualitas air bersih bagi negara Indonesia terdapat dalam Permenkes RI No. 32 Tahun 2017, sedangkan Standar kualitas air minumnya terdapat pada Permenkes RI No. 492/Menkes/PER/IV/2010.

## **2.5 Persyaratan Kualitas Air Bersih**

Menurut Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum. Air yang dimaksud untuk keperluan higiene sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan kualitas air minum. Air keperluan higiene sanitasi tersebut digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci

bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Air yang digunakan untuk higiene sanitasi dapat juga dipakai sebagai air baku air minum.

Persyaratan-persyaratan yang perlu diketahui mengenai kualitas air tersebut baik secara fisik, kimia, dan biologi yaitu sebagai berikut.

### 2.5.1 Persyaratan Fisik

Menurut Sutrisno dan Suciastuti (2010) dalam standar persyaratan fisik air terdapat lima unsur persyaratan yang meliputi: suhu, warna, bau, rasa dan kekeruhan. Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 menyebutkan, terdapat enam parameter wajib sebagai parameter fisik air yang harus diperiksa untuk keperluan sehari-hari meliputi: kekeruhan, warna, zat padat terlarut (*total dissolved solid*), suhu, rasa, dan bau. Berikut pengertian lebih jauh tentang unsur-unsur tersebut, khususnya dalam hubungannya dengan dicantumkannya unsur-unsur atau parameter-parameter tersebut dalam standar persyaratan kualitas air.

#### 1. Kekeruhan

Air dikatakan keruh, apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan tersuspensi sehingga memberikan warna atau rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi: lumpur, tanah liat, bahan-bahan organik yang tersebar secara baik dan partikel-partikel kecil yang tersuspensi lainnya. Sifat dari kekeruhan air tidak membahayakan, akan tetapi menjadi tidak disenangi karena rupanya. Usaha penghilangan secara hampir sempurna bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan adalah penting, untuk membuat air memuaskan sebagai penggunaan rumah tangga (Sutrisno & Suciastuti, 2010).

Akibat yang ditimbulkan dengan penyimpangan kekeruhan dalam air adalah dapat menaikkan biaya pengolahan air, dan kekeruhan yang tinggi akan mempersulit desinfeksi dan pemeliharaan, menyebabkan timbulnya bau dan rasa, menimbulkan deposit pada sistem distribusi, dan menyebabkan konsumen meragukan keamanan air (Salmani, 2018). Kekeruhan dalam Permenkes RI No. 32 Tahun 2017, kadar maksimum yang diperbolehkan dalam air adalah sebesar 25 NTU.

## 2. Warna

Air permukaan khususnya dari daerah rawa-rawa seringkali berwarna dan berpengaruh terhadap penerimaan masyarakat dalam penggunaannya untuk kebutuhan rumah tangga dan industri tanpa dilakukan pengolahan untuk meniadakan warna tersebut. Penyebab warna diperoleh dari bahan-bahan seperti kontak antara air dengan reruntuhan organis yaitu daun, duri pohon jarum dan kayu, yang semuanya dalam berbagai tingkat-tingkat pembusukan (*de composition*). Bahan-bahan tersebut berisikan kentalan tumbuh-tumbuhan dalam variasi yang besar. Warna paling utama diperoleh dari bahan tannin, asam humus, bahan yang bersumber dari humus, dan bahan dekomposisi ligni. Besi terkadang ada sebagai bahan yang bersumber dari humus dan menimbulkan warna dengan potensi tinggi (Sutrisno & Suciastuti, 2010).

Warna dalam air melebihi konsentrasi yang diperbolehkan akan mempengaruhi segi estetika serta psikologis bagi pemakai air, menyulitkan dalam proses koagulasi, memakai bahan-bahan lain untuk menghilangkan warna yang akan mempengaruhi proses industri, penyebabnya adalah zat organik dan anorganik

terlarut (Salmani, 2018). Berdasarkan Permenkes RI No. 32 Tahun 2017, menetapkan kadar maksimum warna dalam air adalah sebesar 50 TCU.

### 3. Zat Padat Terlarut (TDS)

Bahan yang tertinggal sebagai residu pada penguapan dan pengeringan pada suhu  $103^{\circ}$ – $105^{\circ}$  disebut bahan padat (*solid*). Kandungan total *solids* pada *portable water* biasanya dalam batas (*range*) antara 20–1000 mg/l, zat padat dari air akan meningkat dengan bertambahnya total *solid*. Besarnya angka total *solid* adalah bahan pertimbangan dalam menentukan sesuai atau tidaknya air untuk penggunaan rumah tangga. Umumnya air dengan kandungan total *solid* kurang dari 500 mg/l adalah diharapkan untuk keperluan tersebut. Batas standar maksimum total *solid* menurut ketetapan *US Public Health Service* adalah sebesar 1000 mg/l (Sutrisno & Suciastuti, 2010).

Pengaruh yang menyangkut aspek kesehatan dari penyimpangan total *solid* dalam air yaitu rasa tidak enak pada lidah, rasa mual yang diakibatkan adanya natrium sulfat dan magnesium sulfat, dan terjadinya *cardiac disease* serta toxamia pada wanita-wanita hamil (Sutrisno & Suciastuti, 2010). Kadar maksimum zat padat terlarut dalam air ditetapkan sebesar 1000 mg/l tercantum dalam Permenkes RI No. 32 Tahun 2017.

### 4. Suhu

Menurut Sutrisno dan Suciastuti (2010) suhu dari air dapat mempengaruhi penerimaan masyarakat akan air tersebut dan dapat mempengaruhi pula reaksi kimia dalam pengelolaan, terutama apabila temperatur tersebut sangat tinggi. Suhu yang diinginkan adalah  $50^{\circ}\text{F}$ – $60^{\circ}\text{F}$  atau  $10^{\circ}\text{C}$ – $15^{\circ}\text{C}$ , akan tetapi kondisi iklim

setempat, kedalaman pipa-pipa saluran air, dan jenis dari sumber-sumber air akan mempengaruhi suhu. Suhu pada air mempengaruhi secara langsung toksisitas banyak bahan kimia pencemar, pertumbuhan mikroorganisme dan virus.

Standar persyaratan kualitas air tidak semua mencantumkan suhu sebagai salah satu unsur standar. Penyimpangan terhadap standar suhu, yakni apabila suhu air lebih tinggi dari suhu udara, jelas akan mengakibatkan menurunnya penerimaan masyarakat, meningkatkan toksisitas dan kelarutan bahan-bahan polutan, dan dapat menimbulkan suhu bagi kehidupan mikroorganisme dan virus tertentu (Sutrisno & Suciastuti, 2010). Permenkes RI No. 32 Tahun 2017, menetapkan batas suhu pada air  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  suhu udara.

#### 5. Bau dan Rasa

Bau dan rasa terbentuk bersamaan dan disebabkan hadirnya bahan-bahan organik yang membusuk, tipe-tipe tertentu organisme mikroskopik, serta persenyawaan-persenyawaan phenol. Penyebab bau dan rasa berasal dari berbagai sumber. Klorinasi yang dilakukan terhadap air akan meningkatkan insentitas bau dan rasa (Sutrisno & Suciastuti, 2010). Bau dan rasa dapat menyebabkan air menjadi tidak enak untuk dikonsumsi yang disebabkan oleh zat organik yang terdekomposisi oleh zat organik, bau dan rasa juga menyebabkan air akan berbau apabila dimasak (Salmani, 2018). Permenkes RI No. 32 Tahun 2017, menetapkan untuk bau dan rasa dalam air adalah tidak berbau dan tidak berasa.

#### 2.5.2 Persyaratan Biologi

Mikroorganisme yang ditemukan dalam air antara lain: algae, bakteri, virus. Berbagai mikroorganisme dapat bersifat *pathogens* serta dapat pula

memberikan efek-efek seperti rasa, warna, dan bau. Kehadiran mikroorganisme ini tentu saja tidak dapat diterima dalam air. Untuk mengetahui ada tidaknya mikroorganisme *pathogens*, digunakan bakteri indikator *coli*. Kehadiran bakteri *coli* dalam air menunjukkan adanya kemungkinan bakteri lain yang bersifat *pathogens* juga (Salmani, 2018).

Bakteri golongan coli berasal dari usus besar (*faeces*) dan tanah. Bakteri yang mungkin ada dalam air antara lain adalah: bakteri *Typhsum*, *Vibro colare*, bakteri *Dysentrise*, *Entamoeba hytologica*, dan bakteri *Enteritis*. Air yang mengandung golongan coli dianggap telah terkontaminasi dengan kotoran manusia (Sutrisno & Suciastuti, 2010). Berdasarkan Permenkes RI No. 32 Tahun 2017, menetapkan persyaratan biologi untuk total *coliform* dengan kadar maksimum 50 CFU/100 ml dan *E. Coli* tidak boleh ada dalam kandungan air.

### 2.5.3 Persyaratan Kimia

Persyaratan kimia merupakan persyaratan yang penting karena berhubungan dengan kadar atau kandungan zat kimia dalam air. Banyaknya kandungan kimia pada air yang akan memberikan dampak buruk terutama pada kesehatan manusia. Standar kualitas air Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 terdapat unsur-unsur kimia yang tercantum. Tujuan terhadap setiap konsentrasi serta unsur yang tercantum dalam standar mutu kualitas air, di bawah ini akan memberikan gambaran secara umum tentang sifat pengaruh unsur-unsur tersebut dalam air serta dampak yang ditimbulkan apabila melebihi konsentrasi yang ditetapkan.

## 1. Derajat Keasaman (pH)

Menurut Sutrisno dan Suciastuti (2010) intensitas keadaan asam atau basah dapat dinyatakan dengan istilah pH. Derajat keasaman dalam penyediaan air adalah suatu faktor yang penting mengingat bahwa derajat keasaman dari air akan sangat mempengaruhi aktifitas pengolahan yang akan dilakukan, misalnya dalam melakukan koagulasi kimiawi, desinfeksi, pelunakan air, dan dalam pencegahan korosi. Derajat keasaman juga dapat menyatakan konsentrasi ion  $H^+$ . Larutan dengan konsentrasi  $OH^-$  tidak bisa diturunkan sampai nol, meskipun asamnya larutan dan konsentrasi  $OH^+$  tidak bisa diturunkan hingga nol, bagaimanapun basahnya larutan.

Faktor lingkungan yang menyebabkan hadirnya mikroorganisme dalam air yaitu tumbuh terbaik pada pH 6,0–8,0. Beberapa ada yang tumbuh pada pH optimum rendah yaitu *Thiobacillus thiooxidans* yaitu 2,0 dan optimum 8,5 yaitu *Alcaligenes faecalis*. Aspek kesehatan yang mempengaruhi standar kualitas air minum dalam hal pH yaitu pH lebih kecil dari 6,5 dan lebih besar dari 9,2 mengakibatkan korosi pada pipa-pipa dan beberapa senyawa kimia dapat berubah menjadi racun yang mempengaruhi kesehatan (Sutrisno & Suciastuti, 2010).

Berdasarkan Permenkes RI No. 32 Tahun 2017, untuk parameter pH kadar maksimumnya adalah 6,8–8,5 mg/l. Menurut Salmani (2018) apabila terjadi penyimpangan nilai parameter pH dapat mengakibatkan:

- 1) Pertumbuhan alga dan fungi dapat terjadi apabila nilai pH yang rendah.
- 2) Terjadinya korosi pada pipa dengan pH rendah atau tinggi.

3) Menyulitkan dalam proses pengolahan yang akan dilakukan, misal: proses koagulasi dimana bahan kimia akan larut tergantung pada pH.

## 2. Besi (Fe)

Zat besi adalah unsur yang esensial untuk metabolisme tubuh. Tubuh memerlukan 7–35 mg unsur zat besi perhari, yang tidak hanya didapatkan dari air. Unsur ini jika melebihi  $\pm 2$  mg/l menyebabkan noda-noda peralatan dan bahan-bahan berwarna putih, bau dan warna serta warna koloid pada air. Konsentrasi lebih dari 1 mg/l menimbulkan warna air menjadi kemerah-merahan, rasa tidak enak pada air minum, kecuali dapat membentuk suspensi pada pipa-pipa logam dan bahan cucian. Zat besi dalam jumlah kecil dibutuhkan tubuh untuk pembentukan sel-sel darah merah (Sutrisno & Suciastuti, 2010).

## 3. Fluorida (F<sup>-</sup>)

Menurut Sutrisno dan Suciastuti (2010) fluorida yang ekssesif dalam air dihubungkan dengan terjadinya peristiwa pencemaran udara yang disebabkan oleh pemakaian cryolite ( $\text{Aa}_3\text{AlF}_6$ ) sebagai  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dalam cara elektrolitik pada usaha menghasilkan alumunium. Flourida merupakan zat unik karena memiliki konsentrasi tertinggi dan terendah dalam air yang menyebabkan efek yang mengganggu maupun bermanfaat bagi manusia.

Penetapan kadar maksimum fluorida dalam Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 sebesar 1,5 mg/l. Menurut Salmani (2018) akibat-akibat penyimpangan parameter fluorida dalam air, dapat mempengaruhi kesehatan gigi. Fluorida dengan konsentrasi 1,5–3 mg/l dapat menimbulkan martied enamel pada gigi, konsentrasi

yang terlalu tinggi dapat menyebabkan gigi hitam, dan konsentrasi  $< 0,5$  mg/l banyak menimbulkan kerusakan gigi.

#### 4. Kesadahan (Mg dan Ca)

Kesadahan adalah sifat air yang ditimbulkan adanya ion-ion (kation) logam valensi dua. Ion-ion tersebut dapat bereaksi dengan sabun dan membentuk kerak air. Kation-kation pemicu utama kesadahan adalah  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Sr}^{++}$ ,  $\text{Fe}^{++}$  dan  $\text{Mn}^{++}$ . Kesadahan dalam air sebagian berawal dari kontakannya dengan tanah dan pembentukan batuan. Aspek kesehatan yang ditimbulkan akibat penyimpangan standar kesadahan tidak ada, namun menimbulkan tidak efektifnya kerja sabun pembersih (Sutrisno & Suciastuti, 2010).

Berdasarkan Permenkes RI No. 32 Tahun 2017, nilai kadar maksimum untuk kesadahan adalah 500 mg/l. Menurut Salmani (2010) akibat-akibat penyimpangan kesadahan pada air yaitu:

- 1) Kesadahan yang tinggi menyebabkan konsumsi sabun berlebihan.
- 2) Timbulnya endapan pada pemanas air dan sistem perpipaan.
- 3) Menyebabkan hilangnya warna pada porselan dan noda pada kain serta dapat menghilangkan warna sayuran.
- 4) Konsentrasi Ca yang tinggi menyebabkan timbulnya lapisan kerak pada pemanas air, sistem perpipaan, dan menurunkan efektifitas kerja sabun.
- 5) Konsentrasi Ca  $< 75$  mg/l menyebabkan tulang rapuh.
- 6)  $\text{MgSO}_4$  menyebabkan iritasi pada usus dan menimbulkan noda pada kain.

#### 5. Mangan (Mn)

Endapan  $\text{MnO}_2$  akan memberikan noda-noda pada bahan atau benda-benda yang berwarna putih. Konsentrasi Mn yang lebih besar dari 0,5 mg/l menimbulkan rasa aneh pada minuman, meninggalkan noda-noda kecokelatan pada pakaian cucian, dan menyebabkan kerusakan pada hati (Sutrisno & Suciastuti, 2010). Berdasarkan Permenkes RI No. 32 Tahun 2017, menetapkan standar konsentrasi kadar maksimum yang diperbolehkan untuk Mn sebesar 0,5 mg/l.

#### 6. Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ )

Kehadiran  $\text{NO}_3^-$  dalam air berhubungan erat dengan siklus nitrogen dalam alam. Siklus tersebut dapat diketahui bahwa nitrat dapat terjadi baik dari  $\text{N}_2$  atmosfer maupun dari pupuk-pupuk (*fertilizer*) yang dipakai dan dari oksidasi  $\text{NO}_2^-$  oleh bakteri dari kelompok *Nitrobakter*. Nitrat yang terbentuk dari proses-proses tersebut merupakan pupuk bagi tanaman-tanaman. Nitrat yang kelebihan dari yang dibutuhkan oleh kehidupan tanaman terbawa oleh air yang merembes melalui tanah, sebab tanah tidak mempunyai kemampuan untuk menahannya. Hal ini mengakibatkan terdapatnya konsentrasi nitrat yang relatif tinggi pada air tanah (Sutrisno & Suciastuti, 2010).

Standar konsentrasi kadar maksimum nitrat yang diperbolehkan sesuai ketentuan Permenkes RI No. 32 Tahun 2017, adalah sebesar 10 mg/l. Menurut Salmani (2018) bahwa akibat yang terjadi jika nitrat kehadirannya berlebihan dalam air akan menyebabkan *methaglobinemia* dan *blue babies*.

#### 7. Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ )

Nitrit yang terdapat di alam pada akhirnya sampai ke air, bisa terbentuk baik dari oksidasi ammonia ( $\text{NH}_3$ ) oleh bakteri *Nitrosomonas grup* dalam kondisi aerobik atau reduksi nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) oleh proses nitrit yang lain. Efek kesehatan yang disebabkan oleh kandungan nitrit dalam air sama halnya dengan efek yang disebabkan oleh nitrat, yaitu terbentuknya *methaglobinemia* yang menghalangi aliran oksigen dalam tubuh, terjadi *blue babies* pada bayi serta bersifat racun (Sutrisno & Suciastuti, 2010). Standar kadar maksimum kandungan nitrit yang ditetapkan Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 adalah 1 mg/l.

#### 8. Sianida ( $\text{CN}^-$ )

Menurut Sutrisno dan Suciastuti (2010) kandungan sianida dalam air yang melebihi standar yang ditetapkan akan dapat mengganggu metabolisme oksigen, sehingga jaringan tubuh tidak mampu mengubah oksigen, sianida juga dapat meracuni hati. Angka yang ditetapkan oleh *US Public Health Service* maupun *WHO Internasional* adalah 0,2 mg/l. Standar konsentrasi maksimum yang diperbolehkan untuk sianida dalam air, menurut Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 lebih kecil yaitu sebesar 0,1 mg/l.

#### 9. Deterjen

Deterjen adalah unsur yang bersifat kationik, anionik, maupun nonionik. Kesemuanya membuat zat yang lipofilik mudah terlarut dan menyebar di perairan. Ukuran zat lipofilik menjadi lebih halus, sehingga mempertinggi toksisitas racun. Deterjen juga mempermudah absorpsi racun melalui insang. Deterjen adapula yang persisten, sehingga terjadi akumulasi, deterjen ini sudah tidak boleh digunakan lagi

(Said, 2007). Kadar maksimum deterjen dalam air yang ditetapkan Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 adalah sebesar 0,05 mg/l.

#### 10. Pestisida

Pestisida merupakan zat kimia yang digunakan untuk membunuh atau mengendalikan hama. Berdasarkan asal katanya pestisida berasal dari bahasa inggris yaitu *pest* berarti hama dan *cida* berarti pembunuh. Contoh yang dimaksud hama bagi petani sangat luas seperti: tungau, tumbuhan pengganggu, penyakit tanaman yang disebabkan oleh fungi (jamur), bakteria dan virus, cacing yang merusak akar, siput, tikus, burung dan hewan lainnya yang dianggap merugikan. Gangguan kesehatan juga sering dihubungkan dengan penggunaan pestisida diantaranya iritasi mata dan kulit, kanker, keguguran, cacat pada bayi, serta gangguan saraf, hati ginjal dan pernapasan (Rahmawati, 2019). Kadar maksimum pestisida yang diperbolehkan di dalam air menurut Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 adalah sebesar 0,1 mg/l.

#### 11. Air Raksa (Hg)

Satu-satunya mineral yang biasa dari air raksa adalah *cinnabar* (HgS). Efek kesehatan yang timbul akibat konsentrasi kandungan air raksa yang melebihi standar maksimum adalah meracuni sel-sel tubuh, merusak ginjal, hati, saraf, keterbelakangan mental, dan *cerebral palsy* pada bayi (Sutrisno & Suciastuti, 2010). Konsentrasi maksimum yang diperbolehkan untuk unsur ini adalah sebesar 0,001 mg/l yang ditetapkan oleh Permenkes RI No. 32 Tahun 2017.

## 12. Arsen (As)

Arsen dalam air bersumber dari persenyawaan-persenyawaan arsen yang sering dipakai sebagai insektisida (*lead arsenate, calcium arsenate*). Persenyawaan arsen adalah salah satu racun sistematis yang paling penting dan bisa berakumulasi dalam tubuh manusia (Sutrisno & Suciastuti, 2010). Kandungan arsen dalam air dapat merusak organ tubuh dengan efek gangguan yang ditimbulkan pada pencernaan, kanker kulit, hati, dan saluran empedu (Salmani, 2018). Standar maksimum sebesar 0,05 mg/l adalah yang tercantum dalam Permenkes RI No. 32 Tahun 2017.

## 13. Cadmium (Cd)

Cadmium bisa menimbulkan keracunan akut pada manusia yang memperoleh unsur tersebut melalui makanan. Konsentrasi cadmium dalam air yang melebihi standar mengakibatkan unsur tersebut berakumulasi dalam jaringan tubuh sehingga menyebabkan batu ginjal, gangguan lambung, kerapuhan tulang, mengurangi hemoglobin darah, dan pigmentasi gigi. Standar nilai yang ditetapkan oleh *WHO European Standard* yaitu 0,05 mg/l dan *US Public Health Service* serta *WHO Internasional Standard* sebesar 0,01 mg/l (Sutrisno & Suciastuti, 2010). Permenkes RI No. 32 Tahun 2017, menetapkan kadar maksimum cadmium sebesar 0,005 mg/l.

## 14. Chromium (Cr)

Chromium sebagai ion bervalensi enam bersifat karsinogenik pada saluran pernafasan kumulatif pada tingkat konsentrasi mg/l dalam air. Chromium adalah unsur yang tidak penting dan tidak menguntungkan. Konsentrasi unsur ini dalam air yang melebihi standar maksimum yang ditetapkan kemungkinan dapat

menyebabkan kanker kulit dan alat-alat pernafasan. Standar angka yang ditetapkan baik oleh *US Public Health Service*, *WHO European* maupun *WHO Internasional* adalah sebesar 0,05 mg/l (Sutrisno & Suciastuti, 2010). Angka ini sama dengan yang ditetapkan oleh Permenkes RI No. 32 Tahun 2017.

#### 15. Selenium (Se)

Selenium adalah unsur yang sama sedikitnya terdapat dengan emas. Unsur ini terbentuk bersama-sama dengan sulfur, baik sebagai selenium dasar dalam sulfur asli atau selenia dalam berbagai mineral sulfida. Selenium juga merupakan racun yang dikenal sebagai *occupational*, dapat menyebabkan keracunan pada ternak dimana konsentrasinya melebihi 3–4 mg/kg dari makanan yang dimakan. Kehadiran selenium dalam air dan konsentrasi yang melebihi standar menimbulkan kenaikan jumlah penyakit caries gigi pada anak-anak. Selenium juga dapat mengakibatkan kanker pada hati, ginjal, dan limpa (Sutrisno & Suciastuti, 2010). Permenkes RI No. 32 Tahun 2017, menetapkan kandungan selenium dalam air adalah sebesar 0,01 mg/l.

#### 16. Seng (Zn)

Seng adalah unsur esensial dalam metabolisme, dengan kebutuhan perhari 10–15 mg/l. Pada konsentrasi 675–2280 mg/l dapat menyebabkan muntah. Zn dalam jumlah kecil merupakan unsur yang penting untuk metabolisme, karena kekurangan Zn dapat menyebabkan hambatan pada pertumbuhan anak. Jumlah besar unsur ini dapat menimbulkan rasa pahit dan sepat pada air (Sutrisno & Suciastuti, 2010). Konsentrasi standar kadar maksimum yang ditetapkan oleh Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 adalah sebesar 15 mg/l.

### 17. Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

Menurut Sutrisno dan Suciastuti (2010) ion sulfat merupakan salah satu anion yang banyak terjadi pada air alam. Ion sulfat berguna dalam penyediaan air untuk umum karena dampak pencucian perut pada manusia apabila dalam konsentrasi cukup besar. Alasan ini membuat *US Public Health Service Standard* menyatakan batas tinggi untuk konsumsi manusia yaitu sebesar 250 mg/l dalam air. Sulfat berperan dalam penyediaan air untuk umum dan industri, karena kecenderungan air mengandungnya dalam jumlah besar untuk membentuk kerak air yang keras pada ketel dan alat pengubah panas.

Sulfat adalah suatu bahan yang perlu di evaluasi, karena merupakan penanggung jawab dalam dua masalah serius yang dihubungkan dengan penanganan dan pengelolaan air bekas. Masalah ini berupa bau dan korosi pada perpipaan yang disebabkan adanya reduksi sulfat menjadi hidrogen sulfide dalam kondisi anaerobik (Sutrisno & Suciastuti, 2010). Permenkes RI No. 32 Tahun 2017, menetapkan batas kadar maksimum sulfat dalam air yaitu sebesar 400 mg/l.

### 18. Timbal (Pb)

Timbal serta persenyawaannya banyak digunakan dalam industri-industri baterai dan cat. Sama halnya seperti kebanyakan logam-logam berat, timbal dan persenyawaannya adalah beracun. Timbal untuk dapat menimbulkan sifat racun jelas dosis yang besar diperlukan, tetapi bahaya yang dapat ditimbulkan dari timbal ini diperkuat, sebab timbal cenderung untuk berakumulasi dalam tubuh (sistem saraf pusat). Sifat racun ini dapat disebabkan karena faktanya timbal dan logam-logam berat lainnya adalah merupakan penghambat yang kuat terhadap reaksi-

reaksi *enzym*. Standar maksimal yang diperbolehkan *US Public Health Service* maupun *Standar Internasional WHO* adalah sebesar 0,05 mg/l (Sutrisno & Suciastuti, 2010). Angka ini sama dengan Permenkes RI No. 32 Tahun 2017.

19. Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Benzene atau benzol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) dapat ditemukan dalam industri yang digunakan untuk pelarut lemak. Toksisitasnya dapat akut lokal, akut sistemik, maupun kronis. Benzene menyebabkan edema, vesikel, dan udema. Pengaruhnya terhadap Sistem Syaraf Pusat (SSP) bersifat narkotik dan anestetik. Pemaparan kronis menimbulkan hiperplasia sumsum tulang yang berakibatkan anemia, leucopenia, thrombocytopenia, dan sangat mungkin menyebabkan leukimia (Said, 2007). Permenkes RI No. 32 Tahun 2017, menetapkan batas kadar maksimum benzene dalam air adalah sebesar 0,01 mg/l.

20. Zat Organik (Sebagai KMnO<sub>4</sub>)

Menurut Sutrisno dan Suciastuti (2010) zat organik yang terdapat di dalam air bisa berasal dari:

- a) Alam: minyak tumbuh-tumbuhan, serat-serat minyak dan lemak hewan, alkohol, selulose, gula, pati dan sebagainya.
- b) Sintesa: berbagai persenyawaan buah-buahan yang dihasilkan dari proses-proses dalam pabrik.
- c) Fermentasi: alkohol, acetone, glyserol, antibiotik, asam-asam serta sejenisnya yang bersumber dari kegiatan mikroorganisme terhadap bahan-bahan organik.

Bahan-bahan organik tersebut dengan melihat proses asal terjadinya dapat diketahui bahwa sumber utama dari bahan-bahan tersebut adalah kegiatan-kegiatan rumah tangga dan proses-proses industri. Bahan-bahan organik yang terdapat dalam air erat hubungannya dengan terjadinya perubahan fisik dari air, terutama dengan timbulnya warna, bau dan rasa serta kekeruhan yang tidak diinginkan. *WHO* maupun *US Public Health Service* tidak mencantumkan angka standar yang ditetapkan. Pengaruh terhadap kesehatan yang dapat ditimbulkan oleh penyimpangan terhadap standar adalah sakit perut (Sutrisno & Suciastuti, 2010). Permenkes RI No. 32 Tahun 2017, menetapkan standar maksimum sebesar 10 mg/l.

#### 21. CO<sub>2</sub> Agresif

Menurut Sutrisno dan Suciastuti (2010) CO<sub>2</sub> agresif yang terkandung dalam air berasal dari udara dan dari hasil dekomposisi zat organik. Permukaan air biasanya mengandung CO<sub>2</sub> bebas kurang dari 10 mg/l, sedangkan pada dasar air kandungannya dapat lebih dari 10 mg/l. Penyimpangan terhadap standar konsentrasi maksimal CO<sub>2</sub> agresif dalam air, akan menyebabkan terjadinya korosif pada pipa-pipa logam. Berdasarkan bentuknya CO<sub>2</sub> dalam air dapat dibedakan menjadi:

- a) CO<sub>2</sub> bebas yakni banyaknya CO<sub>2</sub> yang larut dalam air.
- b) CO<sub>2</sub> kesetimbangan, disebut pula CO<sub>2</sub> bikarbonat yaitu CO<sub>2</sub> yang dalam air setimbang dengan HCO<sub>3</sub>.
- c) CO<sub>2</sub> agresif yaitu CO<sub>2</sub> yang dapat merusak bangunan perpipaan dalam distribusi air.

## 22. Calcium (Ca)

Calcium adalah sebagian dari komponen pemicu kesadahan. Efek ekonomis terhadap kesehatan yang disebabkan kesadahan adalah munculnya lapisan kerak pada ketel-ketel pemanas air, pada perpipaan, dan turunnya efektifitas kerja sabun. Ca dalam air dibutuhkan untuk memenuhi pertumbuhan tulang dan gigi. Ketetapan *WHO inter-regional water study-group* adalah sebesar 75–150 mg/l. Konsentrasi Ca dalam air yang lebih rendah 75 mg/l menimbulkan penyakit tulang rapuh, sedangkan konsentrasi lebih tinggi dari 200 mg/l menimbulkan korosif pada pipa-pipa air (Sutrisno & Suciastuti, 2010).

## 23. Magnesium (Mg)

Menurut Sutrisno dan Suciastuti (2010) magnesium adalah bagian dari komponen pemicu kesadahan pada air, sama halnya seperti calcium. Efek yang ditimbulkan sama halnya dengan efek umum yang disebabkan oleh pengaruh kesadahan. Magnesium dalam jumlah kecil diperlukan tubuh untuk pertumbuhan tulang, namun dalam jumlah besar dari 150 mg/l dapat menimbulkan rasa mual.

## 24. Tembaga (Cu)

Tembaga adalah unsur esensial untuk metabolisme. Tembaga dapat menimbulkan rasa padat air bervariasi 1–5 mg/l jika melebihi konsentrasi batas. Konsentrasi 1 mg/l merupakan batas konsentrasi tertinggi untuk mencegah timbulnya rasa yang tidak menyenangkan. Cu dalam jumlah kecil dibutuhkan untuk pembentukan darah merah, sedangkan dalam jumlah besar menimbulkan kerusakan pada hati dan rasa tidak enak pada lidah (Sutrisno & Suciastuti, 2010).

## 25. Chlorida ( $\text{Cl}^-$ )

Menurut Sutrisno dan Suciastuti (2010) kandungan 250 mg/l unsur chlorida dalam air merupakan batas maksimal konsentrasi yang dapat mengakibatkan timbulnya rasa asin. Konsentrasi chlorida dalam air dapat bertambah adanya kontak dengan air bekas secara tiba-tiba. Kemampuan melarutkan pada air untuk melarutkan chlorida dari humus (*topsoil*) dan lapisan-lapisan yang lebih dalam. Chlorida di daerah pedalaman bersumber dari percikan dari laut yang terbawa ke pedalaman sebagai tetesan atau kristal-kristal garam kecil yang diperoleh dari penguapan air dalam tetes-tetes tersebut. Urine mengandung chlorida yang memiliki jumlah yang sama dengan chlorida yang dikonsumsi lewat makanan dan air yaitu 6 gr chlorida perorang perhari.

Chlorida dalam konsentrasi yang layak adalah tidak berbahaya bagi manusia. *US Public Health Service* menyatakan bahwa chlorida hendaknya dibatasi sampai 250 mg/l dalam air yang akan digunakan secara umum. Chlorida dalam jumlah kecil dibutuhkan untuk *desinfectan*. Unsur ini apabila berikatan dengan ion  $\text{Na}^+$  dapat menyebabkan rasa asin, dan dapat merusak pipa-pipa air (Sutrisno & Suciastuti, 2010).

## 26. Hidrogen Sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ )

$\text{H}_2\text{S}$  ataupun  $\text{S}^-$  tidak boleh ada dalam air minum yang dikonsumsi manusia. Hadirnya  $\text{H}_2\text{S}$  maupun  $\text{S}^-$  dalam air adalah kelanjutan dari adanya  $\text{SO}_4$  dalam air yang tereduksi oleh bakteri-bakteri anaerobik. Kehadiran  $\text{H}_2\text{S}$  dalam air mempengaruhi penerimaan masyarakat terhadap air tersebut, karena  $\text{H}_2\text{S}$  adalah gas yang sangat beracun dan berbau busuk.  $\text{H}_2\text{S}$  dalam jumlah besar dapat memperkecil

pH, sehingga menimbulkan korosif pada pipa-pipa logam (Sutrisno & Suciastuti, 2010). Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 maupun Permenkes RI No. 492/Menkes/PER/IV/2010 tidak mencantumkan unsur sulfida serta angka standar kualitas air yang ditetapkan.

#### 27. Amonia ( $\text{NH}_3$ )

Menurut Sutrisno dan Suciastuti (2010) kehadiran amonia dalam air erat kaitannya dengan siklus pada nitrogen di alam. Berdasarkan siklus tersebut dapat diketahui amonia terbentuk dari:

- 1) Dekomposisi bahan-bahan organik yang mengandung nitrogen baik yang bersumber dari hewan (fases) oleh bakteri.
- 2) Hydrolisa urea yang terdapat pada urine hewan.
- 3) Dekomposisi bahan-bahan organik dari tumbuh-tumbuhan yang mati oleh bakteri.
- 4) Dari  $\text{N}_2$  atmosfer, melalui pengubahan menjadi  $\text{N}_2 \text{O}_5$  oleh loncatan listrik di udara, menjadi  $\text{HNO}_3$  karena persatuannya dengan air, dan selanjutnya jatuh ke tanah oleh hujan. Melalui pembentukannya menjadi protein organik yang terjadi berikutnya, dan oleh dekomposisi bakteri akhirnya terbentuk amonia.
- 5) Dari reduksi  $\text{NO}_2^-$  oleh bakteri.

Dari siklus nitrogen tersebut jelas pula bahwa amonia bisa terdapat dalam air melalui tanah maupun langsung terjadi pada air, apabila proses dekomposisi oleh bakteri ataupun hydrolisa terjadi dalam air. Amonia yang terdapat dalam air minum menyebabkan perubahan fisik pada air dan mempengaruhi penerimaan

masyarakat karena amonia adalah zat yang menyebabkan bau yang sangat tajam dan menusuk hidung. Kandungan amonia yang diperbolehkan dalam air minum menurut Permenkes RI No. 492/Menkes/PER/2010 adalah sebesar 1,5 mg/l.

#### 28. Phenol ( $C_6H_5OH$ )

Salah satu persenyawaan aromatik yang paling penting adalah phenol. Phenol merupakan monohydrosida derivat dabenzene yang dikenal dengan asam karbol. Iaterion dengan menghasilkan ( $H \times 10^{-10}$ ), dan dalam larutan konsentrasi tinggi (pekat) sangat beracun bagi bakteri. Phenol digunakan secara luas sebagai germicida dan *desinfektant* yaitu kekuatan membunuh kuman. Komponen alamiah dalam buangan industri dari industri gas batu bara, kokas batu dan industri minyak tanah bersumber dari proses-proses yang melibatkan phenol sebagai bahan dasar. Reaksi phenol dengan *chlor* dapat mengakibatkan bau yang tidak enak (Sutrisno & Suciastuti, 2010).

### 2.6 Faktor-Faktor Penetapan Dalam Standar

Menurut Salmani (2018) ada beberapa faktor yang dijadikan sebagai pertimbangan dalam penetapan standar kualitas air yaitu:

1. Kesehatan: faktor kesehatan dipertimbangkan dalam penetapan standar guna menghindarkan dampak merugikan kesehatan.
2. Estetika: faktor estetika diperhatikan guna memperoleh kondisi yang nyaman.
3. Teknis: faktor teknis ditinjau dengan mengingat bahwa kemampuan teknologi dalam pengolahan air sangat terbatas, atau untuk tujuan

menghindarkan efek-efek kerusakan dan gangguan instalasi atau yang berkaitan dengan pemakaian air yang dimaksudkan.

4. Toksitas: faktor toksitas ditinjau guna menghindarkan terjadinya efek racun bagi manusia.
5. Polusi: faktor polusi dimaksudkan dalam kaitannya dengan kemungkinan terjadinya pencemaran air oleh suatu polutan.
6. Proteksi: faktor proteksi dimaksudkan untuk menghindarkan atau melindungi kemungkinan terjadinya kontaminasi.
7. Ekonomi: faktor ekonomi dipertimbangkan dalam rangka menghindarkan kerugian-kerugian ekonomis.

Korelasi antara faktor-faktor pertimbangan di atas dengan beberapa parameter kualitas air ditetapkan standarnya, dapat dilihat dari uraian dan diagram skematik dibawah ini. Pada notasi xxx dimaksudkan bahwa adanya korelasi (Salmani, 2018).

**Tabel 2.1 Korelasi Parameter Kualitas Air Dengan Faktor Penetapannya**

Parameter	Faktor Penetapan Standar						
	Kesehatan	Estetika	Teknis	Toksitas	Polusi	Proteksi	Ekonomi
Kekeruhan		Xxx			Xxx		Xxx
Warna	Xxx	Xxx			Xxx		Xxx
Bau dan rasa	Xxx	Xxx	Xxx				
Suhu dan Residu terlarut	Xxx	Xxx	Xxx				Xxx
pH		Xxx					Xxx
Ca dan Mg	Xxx		Xxx	xxx			Xxx
Fe dan Mn	Xxx	Xxx	Xxx	Xxx			Xxx
Nitrogen	Xxx		Xxx	Xxx	Xxx		
Ag	Xxx		Xxx		Xxx		

Tabel 2.1 Lanjutan

Parameter	Faktor Penetapan Standar						
	Kesehatan	Estetika	Teknis	Toksitas	Polusi	Proteksi	Ekonomi
Al	Xxx				Xxx		
As	Xxx			Xxx	Xxx		
Ba	Xxx			Xxx	Xxx		
Br	Xxx				Xxx		
Cd	Xxx			Xxx	Xxx		
Cl	Xxx			Xxx			
Co	Xxx				Xxx		
Cr	Xxx			Xxx	Xxx		
Cu	Xxx				Xxx		
F	Xxx			Xxx			
Hg	Xxx			Xxx	Xxx		
H <sub>2</sub> S	Xxxx				Xxx		
Pb	Xxxx			Xxx	Xxx		
Se	Xxxx			Xxx	Xxx		
Zn	Xxxx				Xxx		
Zat organik	Xxx			Xxx	Xxx		
Parameter Mikrobiologi	Xxx	Xxx			Xxx		
Radio Aktif	Xxx		Xxx		Xxx		
Sisa Chlor	Xxx	Xxx				Xxx	

Sumber: Salmani, 2018

## 2.7 Alternatif Pengolahan Air

Pengolahan air secara umum berpedoman pada kualitas sumber air baku yang diambil, karena itu ada beberapa alternatif yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air yang dilakukan. Alternatif pengolahan air yang dapat diterapkan untuk perbaikan kualitas dari masing-masing parameter dapat dilihat pada tabel berikut (Salmani, 2018).

**Tabel 2.2 Alternatif Pengolahan Sesuai Dengan Parameter**

No	Parameter	Alternatif Pengolahan
1	Temperatur	Aerasi
2	Warna	Karbon aktif Koagulasi dan sedimentasi Filtrasi
3	Bau dan rasa	Preklorinasi Karbon aktif Aerasi Ozonisasi Slow sand filter
4	Kekeruhan	Koagulasi dan flokulasi Sedimentasi
5	pH	Netralisasi
6	Zat padat	Prasedimentasi Sedimentasi Filtrasi
7	Zat organik	Koagulasi dan flokulasi Sedimentasi Filtrasi
8	CO <sub>2</sub> agresif	Penambahan kapur Aerasi
9	Kesadahan sementara dan tetap	Penambahan kapur soda Filtrasi Sedimentasi
10	Fe dan Mn	Preklorinasi Aerasi Rapid sand filter
11	Tembaga (Cu)	Penambahan kapur kalium hidroksida
12	Seng (Zn)	Ion Exchange
13	Chlorida (Cl)	Ion Exchange Aerasi dan karbon aktif
14	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	Ion Exchange
15	Flourida (F)	Penambahan kapur Adsorpsi
16	Ammonia	Ion Exchange Klorinasi
17	Nitrat	Adsorpsi Klorinasi
18	Nitrit	Slow sand filter

**Tabel 2.2 Lanjutan**

No	Parameter	Alternatif Pengolahan
19	Phenol	Koagulasi dan sedimentasi Rapid san filter Super khlorinasi Karbon aktif
20	Arsenit	Koagulasi dan flokulasi Sedimentasi
21	Timbal	Penambahan kapur Koagulasi Ion Exchange Sedimentasi
22	Kharomium	Ion Exchange Karbon aktif

Sumber: Dari Berbagai Sumber Dalam Salmani, 2018

## 2.8 Standar Kualitas Air Bersih di Indonesia

Standar air bersih sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017, bahwa dalam standar air bersih untuk keperluan higiene sanitasi berisi daftar parameter wajib untuk setiap parameter fisik, kimia, dan biologi yang harus diperiksa. Standar ini dalam menganalisis kualitas air bersih menjadi acuan untuk mengetahui bagaimana kondisi air bersih pelanggan PDAM IKK Lahei, ditunjukkan pada tabel berikut ini:

**Tabel 2.3 Parameter Fisik Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi**

No	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
1	Kekeruhan	NTU	25
2	Warna	TCU	50
3	Zat Padat Terlarut (Total Dissolved Solid)	mg/l	1000
4	Suhu	°C	Suhu Udara ± 3
5	Rasa	-	Tidak Berasa
6	Bau	-	Tidak Berbau

Sumber: Permenkes RI No. 32 Tahun 2017

**Tabel 2.4 Parameter Biologi Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi**

No	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
1	Total Coliform	CFU/100ml	50
2	E. Coli	CFU/100ml	0

Sumber: Permenkes RI No. 32 Tahun 2017

**Tabel 2.5 Parameter Kimia Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi**

No	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
Wajib			
1	pH	mg/l	6,5–8,5
2	Besi	mg/l	1
3	Fluorida	mg/l	1,5
4	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	500
5	Mangan	mg/l	0,5
6	Nitrat, sebagai N	mg/l	10
7	Nitrit, sebaga N	mg/l	1
8	Sianida	mg/l	0,1
9	Deterjen	mg/l	0,05
10	Pestisida Total	mg/l	0,1
Tambahan			
1	Air Raksa	mg/l	0,001
2	Arsen	mg/l	0,05
3	Kadnium	mg/l	0,005
4	Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05
5	Selenium	mg/l	0,01
6	Seng	mg/l	15
7	Sulfat	mg/l	400
8	Timbal	mg/l	0,05
9	Benzene	mg/l	0,01
10	Zat Organik (KMNO <sub>4</sub> )	mg/l	10

Sumber: Permenkes RI No. 32 Tahun 2017

## 2.9 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kebutuhan Air Bersih

Jumlah kebutuhan air dari waktu ke waktu semakin meningkat karena adanya faktor yang mempengaruhi. Faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan

air menurut Viesman dan Hammer (1993) dalam Kusumo dan Priyana (2016) yaitu terdiri dari:

1. Jumlah Penduduk

Aktivitas penduduk melibatkan air untuk memenuhi kebutuhannya, jumlah penduduk yang meningkat berpengaruh terhadap banyaknya penggunaan air yang juga ikut meningkat. Proyeksi penduduk bertujuan untuk meramalkan kebutuhan air pada masa yang akan datang.

2. Perlindungan Lingkungan

Kualitas air yang tersedia adalah dampak dari cara mengawasi kelestarian lingkungan melalui perlindungan lingkungan, ketersediaan kuantitas air menurun jika tidak memperhatikan perlindungan lingkungan terhadap pembangunan yang ada di wilayah tersebut.

3. Keadaan Ekonomi

Kondisi ekonomi selalu terkait dengan pembangunan yang terjadi di suatu wilayah. Pembangunan dapat memberikan dampak baik dan buruk, misalnya saja pembangunan yang terlalu eksekutif dan tidak memperhatikan daerah resapan maka dapat mempengaruhi ketersediaan air. Pembangunan yang berkelanjutan sebaliknya akan memberikan dampak baik terhadap ketersediaan air.

4. Teknologi

Teknologi dengan menggunakan pompa adalah teknologi yang digunakan oleh PDAM, sehingga air dapat dengan mudah diproduksi dan

didistribusikan ke konsumen atau masyarakat. Teknologi mempunyai pengaruh yang sangat penting dalam upaya meningkatkan produksi.

#### 5. Konservasi Air

Perlindungan air dilakukan PDAM dengan cara mengambil air secara berkesinambungan dan mengalirkan air kepada masyarakat agar terlindungi kelestariannya di masa mendatang. Pelaksanaan konservasi air berkaitan dengan kepedulian masyarakat terhadap pentingnya air dan kesadaran individunya dalam menghemat penggunaan air.

#### 6. Iklim

Kebutuhan air di wilayah yang berbeda iklim biasanya memiliki perbedaan jumlah kebutuhan terhadap air. Perbedaan tersebut disebabkan oleh letak geografis, misalnya wilayah yang beriklim tropis memerlukan air lebih banyak karena suhu yang tinggi, sedangkan yang beriklim dingin memiliki suhu relatif rendah kebutuhan akan air relatif rendah.

Menurut Anna (2000) dalam Kusumo dan Priyana (2016) faktor-faktor sosial ekonomi yang mempengaruhi jumlah penggunaan air adalah sebagai berikut:

##### a. Mata Pencaharian

Pekerjaan berpengaruh terhadap cara pandang dan kebiasaan hidup seseorang. Kebiasaan hidup bersih akan diikuti dengan konsumsi air yang semakin meningkat.

##### b. Pendapatan

Pendapatan semakin tinggi maka kegiatan rumah tangga semakin bervariasi. Bervariasinya kegiatan tersebut akan mempengaruhi jumlah konsumsi air.

c. Pendidikan

Pendidikan akan mempengaruhi kebiasaan hidup, seseorang yang berpendidikan akan membiasakan dirinya untuk hidup sehat dan bersih.

## 2.10 Standar Pemakaian Air Bersih

Standar kebutuhan air dapat digunakan untuk menentukan besarnya kebutuhan air suatu daerah. Untuk merencanakan suatu perhitungan kebutuhan air bersih digunakan asumsi-asumsi atau pendekatan-pendekatan. Pendekatan atau asumsi diperlukan untuk memasikan standar minimal kebutuhan air bersih yang sulit untuk dirumuskan (Oesman, 2018; Brahmanja et al., 2014). Berikut dapat dilihat berbagai standar atau kriteria dan jumlah pemakaian air bersih.

Menurut Standar SNI 6278.1:2015 kebutuhan air bersih domestik disajikan pada Tabel 2.6 berikut:

**Tabel 2.6 Pemakaian Air Bersih Domestik Standar SNI 6278.1:2015**

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air (liter/orang/hari)
1	Metropolitan	>1.000.000	150–90
2	Kota Besar	500.000–1.000.000	120–150
3	Kota Sedang	100.000–500.000	100–125
4	Kota Kecil	20.000–100.000	90–110
5	Ibu Kota Kecamatan/Desa	3.000–20.000	60–90

*Sumber: Badan Standardisasi Nasional (SNI) 6278.1:2015, 2015*

Berdasarkan Kriteria Perencanaan Direktorat Jendral Cipta Karya Dinas PU (2000) dalam Pratama (2016) untuk mengetahui kriteria kebutuhan air bersih pada tiap-tiap kategori dapat dilihat pada Tabel 2.7 berikut:

Tabel 2.7 Kriteria Kebutuhan Air Bersih

No	Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa)				
		Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
		> 1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	< 20.000
1	Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (liter/orang/hari)	> 150	120–150	90–120	80–120	60–80
2	Konsumsi Unit Hidran (HU) (liter/orang/hari)	30	30	30	30	30
3	Konsumsi Unit Non Domestik					
	a. Niaga Kecil (liter/unit/hari)	600–900	600–900	600	15%–30% dari kebutuhan domestik	15%–30% dari kebutuhan domestik
	b. Niaga Besar (liter/unit/hari)	1000–5000	1000–5000	1500		
	c. Industri Besar (liter/detik/ha)	0,2–0,8	0,2–0,8	0,2–0,8		
d. Pariwisata (liter/detik/ha)	0,1–0,3	0,1–0,3	0,1–0,3			
4	Persentase Kehilangan Air (%)	20–30	20–30	20–30	20–30	20–30
5	Faktor Hari Maksimum	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
6	Faktor Jam Puncak	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
7	Jumlah Jiwa PerSR (Jiwa)	5	5	5	5	5
8	Jumlah Jiwa PerHU (Jiwa)	100	100	100	100	100
9	Jam Operasi (Jam)	24	24	24	24	24
10	Volume Reservoir (%)	15–25	15–25	15–25	15–25	15–25
11	SR : HU	50 : 50 s/d 80 : 20	50 : 50 s/d 80 : 20	80 : 20	70 : 30	70 : 30
12	Cakupan Pelayanan (%)	90	90	90	90	70

Sumber: Ditjen Cipta Karya 2000, Dalam Pratama, 2016

### 2.11 Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air untuk masyarakat pada umumnya tidaklah konstan, akan tetapi berfluktuasi ini disebabkan oleh pola hidup serta kondisi iklim di tiap bagian di bumi ini. Contohnya dengan negara-negara yang terdapat 4 musim dalam setahunnya, bahwa penggunaan air meningkat 20%–30% lebih tinggi pada musim kemarau. Penggunaan air di musim dingin biasanya 20% lebih sedikit dari rata-rata

pemakaian tahunan. Indonesia merupakan daerah yang beriklim tropis, perbedaan antara faktor maksimum per hari cenderung lebih kecil dari negara yang mempunyai 4 musim (Wijanarko, 2011).

Masyarakat Indonesia melakukan aktifitas penggunaan air bersih pada pagi dan sore hari dengan konsumsi lebih banyak dari pada waktu-waktu lainnya. Berdasarkan keseluruhan aktivitas dan konsumsi sehari, dapat diketahui pemakaian rata-rata air bersih, dengan memasukkan besarnya faktor kehilangan air ke dalam kebutuhan dasar, yang dapat disebut sebagai fluktuasi kebutuhan air. Kebutuhan air dalam perhitungan penentuan besarnya kebutuhan air didasarkan pada kebutuhan air bersih harian maksimum dan air bersih jam puncak berdasarkan acuan dari kebutuhan air rata-rata harian (Salmani, 2018).

## **2.12 Analisis Data Penduduk**

### **2.12.1 Proyeksi Jumlah Penduduk**

Pemakaian air di suatu wilayah akan bertambah besar bersamaan dengan kemajuan populasi penduduk, sehingga pemakaian air seringkali dipakai sebagai salah satu tolak ukur tinggi rendahnya kemajuan suatu masyarakat. Populasi penduduk di suatu wilayah akan sangat mempengaruhi tingkat kebutuhan air, jadi data penduduk adalah hal pertama yang diperlukan dalam menganalisis jumlah kebutuhan air. Hal ini disebabkan oleh perbedaan jumlah penduduk, sehingga kebutuhan air suatu daerah berbeda setiap daerah satu dengan daerah lainnya (Noerbambang & Morimura, 1996; Linsley & Franzini, 1996).

Proyeksi jumlah penduduk adalah menentukan perkiraan jumlah penduduk pada beberapa tahun mendatang, sesuai dengan periode perencanaan. Data yang

diperlukan adalah jumlah penduduk maupun persentase kenaikan jumlah penduduk rata-rata pertahun yang diperoleh dari analisis data jumlah penduduk selama beberapa tahun terakhir, serta rata-rata kenaikan jumlah penduduk beberapa tahun terakhir (Wijanarko, 2011). Proyeksi penduduk yang dimaksud bukan merupakan ramalan jumlah penduduk akan tetapi penghitungan yang dilakukan secara ilmiah yang didasarkan pada asumsi dari komponen pertumbuhan penduduk dimasa yang akan datang. Proyeksi penduduk juga bermanfaat dalam menentukan arah dan dasar pengambilan keputusan rencana dimasa yang akan datang seperti perencanaan kebutuhan air bersih (Handiyatmo et al., 2010). Berikut adalah metode statistik yang bisa digunakan untuk memproyeksikan jumlah penduduk pada masa yang akan datang yaitu:

#### 1. Metode Arimatik

Proyeksi penduduk dengan metode aritmatik merupakan metode yang memperkirakan bahwa jumlah penduduk akan bertambah dengan jumlah yang sama setiap tahunnya pada masa yang akan datang. Persamaan yang digunakan untuk menghitung proyeksi penduduk menggunakan metode aritmatik adalah (Handiyatmo et al., 2010):

$$P_t = P_o(1 + rt) \quad (2-1)$$

dengan,

$$r = \frac{1}{t} \left( \frac{P_t}{P_o} - 1 \right) \quad (2-2)$$

Dimana:

$P_t$  : Jumlah penduduk pada tahun t

$P_0$  : Jumlah penduduk pada tahun dasar

$r$  : Laju pertumbuhan penduduk

$t$  : Periode waktu antara tahun dasar dan tahun  $t$  (dalam tahun)

## 2. Metode Geometrik

Menurut Adioetomo dan Samosir (2010) dalam Handiyatmo et al (2010) perkiraan penduduk dengan metode geometrik menggunakan asumsi bahwa jumlah penduduk akan bertambah secara geometrik memakai dasar perhitungan bunga majemuk. *Rate of growth* atau laju penambahan penduduk dianggap sama untuk setiap tahunnya. Perhitungan dengan cara geometrik dapat dituliskan dengan persamaan berikut:

$$P_t = P_0(1+r)^t \quad (2-3)$$

dengan,

$$r = \left( \frac{P_t}{P_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \quad (2-4)$$

Dimana:

$P_t$  : Jumlah penduduk pada tahun  $t$

$P_0$  : Jumlah penduduk pada tahun dasar

$r$  : Laju pertumbuhan penduduk

$t$  : Periode waktu antara tahun dasar dan tahun  $t$  (dalam tahun)

## 3. Metode Regresi Linear (*Least Square*)

Metode *least square* adalah metode regresi untuk mendapatkan hubungan antara sumbu  $y$  (jumlah penduduk) dan sumbu  $x$  (tahun) dengan menarik garis linear antara data-data tersebut dan meminimumkan jumlah pangkat dua dari

masing-masing penyimpangan jarak data-data dengan garis-garis yang dibuat (Suheri et al., 2019). Menghitung proyeksi jumlah penduduk dengan cara regresi linear menggunakan persamaan (Sudjana, 1982):

$$Y = a + bX \quad (2-5)$$

dengan persamaan a dan b,

$$a = \frac{n(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (2-6)$$

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (2-7)$$

Dimana:

$Y$  : Nilai variabel berdasarkan garis regresi

$X$  : Variabel independen

$a$  : Konstanta

$b$  : Koefisien arah regresi linear

$n$  : Jumlah data

Penentuan perkiraan jumlah penduduk tahun mendatang, agar mendekati kebenarannya (hubungan yang sangat kuat) dipilih salah satu metode yang paling tepat melalui metode korelasi maupun standar deviasi. Menurut Abdurahman et al (2011) koefisien korelasi adalah sebuah angka yang dapat dijadikan petunjuk untuk mengetahui seberapa besar kekuatan korelasi diantara variabel yang sedang diselidiki korelasinya, sedangkan standar deviasi merupakan akar dari ragam (*varians*). Berdasarkan Sugiyono (2017) untuk memberikan gambaran koefisien korelasi dapat dilihat pada Tabel 2.8 berikut.

**Tabel 2.8 Pedoman Untuk Memberikan Interpretasi Koefisien Korelasi**

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00–0,199	Sangat rendah
0,20–0,399	Rendah
0,40–0,599	Sedang
0,60–0,799	Kuat
0,80–1,000	Sangat Kuat

Sumber: Sugiyono, 2017

Persamaan untuk menghitung koefisien korelasi adalah sebagai berikut

(Sugiyono, 2017):

$$r_{xy} = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}} \quad (2-8)$$

Dimana:

$r_{xy}$  : Koefisien korelasi antara variabel x dan y

$\sum xy$  : Jumlah perkalian x dengan y

$x^2$  : Kuadrat x

$y^2$  : Kuadrat y

Persamaan standar deviasi dituliskan dalam persamaan (Abdurahman et al., 2011):

$$s^2 = \frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (2-9)$$

Dimana:

$xi$  : Nilai tengah

$\bar{x}$  : Rata-rata

$n$  : Jumlah data

Metode yang dipilih memiliki koefisien korelasi ( $r$ ) bernilai 1 atau  $< 1$  dan atau mendekati keduanya ataupun, standar deviasi ( $s$ ) dipilih yang paling kecil dari ketiga metode tersebut.

### **2.13 Perkiraan Kebutuhan Air Bersih (*Water Deman*)**

Kebutuhan air bersih merupakan sejumlah air yang digunakan untuk berbagai peruntukan atau kegiatan penduduk dalam suatu wilayah. Kebutuhan air yang diperhitungkan adalah kebutuhan air untuk domestik dan non domestik (Admadhani et al., 2014). Perkiraan kebutuhan air bersih (*water demand*) adalah berdasarkan jumlah pemakai air bersih (penduduk) yang telah di proyeksikan. Standar konsumsi air bersih digunakan untuk menentukan jumlah kebutuhan air bersih. Berikut adalah hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menghitung kebutuhan air bersih.

#### **2.13.1 Kebutuhan Domestik**

Kebutuhan air bersih domestik merupakan air bersih yang diperlukan untuk rumah tangga yang diperoleh secara individual dari sumber layanan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) PDAM (Badan Standardisasi Nasional SNI 6728.1:2015, 2015). Kegiatan rumah tangga atau aktivitas sehari-hari seperti untuk minum, memasak, mandi, cuci, dan sebagainya (Mashuri et al., 2015). Kebutuhan air bersih domestik ditentukan berdasarkan jumlah penduduk, pola dan tingkat kehidupan yang didukung oleh adanya perkembangan sosial ekonomi penduduk (Salmani, 2018). Berdasarkan cara pelayanannya kebutuhan air domestik terbagi menjadi dua jenis yaitu:

1. Sambungan Rumah (SR)

Sambungan rumah adalah pelayanan air dari sistem perpipaan melalui sambungan langsung ke rumah yang sumber airnya dari PDAM.

2. Hidran Umum (HU)

Hidran Umum merupakan tempat penampung air bersih yang digunakan masyarakat secara umum. Cara pelayanan air bersih yang transportasi airnya dilakukan dengan sistem perpipaan, sedangkan pendistribusian melalui tangki HU ke masyarakat. Sumber air bersih berasal dari PDAM atau berasal dari sumber lainnya.

### **2.13.2 Kebutuhan Non Domestik**

Perencanaan kebutuhan air bersih Indonesia untuk non domestik, yaitu untuk komersial dan sosial seperti tokoh, gudang, bengkel, sekolah, rumah sakit, hotel, dan sebagainya diasumsikan antara 15% sampai dengan 30% dari total kebutuhan air domestik. Semakin besar dan padat penduduk akan cenderung lebih banyak memiliki daerah komersial dan sosial, sehingga kebutuhan air bersih akan lebih tinggi (Badan Standardisasi Nasional SNI 6728.1:2015, 2015).

### **2.13.3 Kebutuhan Total Air Bersih**

Kebutuhan total air bersih merupakan jumlah total dari kebutuhan air bersih domestik ditambahkan dengan kebutuhan air bersih non domestik.

### **2.13.4 Kehilangan Air**

Kehilangan air merupakan selisih antara banyaknya air yang disediakan (*water supply*) dengan air yang digunakan. Kehilangan air kenyataannya dalam suatu perencanaan akan selalu ada. Kehilangan air yang dimaksud dapat bersifat

teknis, seperti pencurian air dari pipa distribusi. Pengertian kehilangan air ada 3 macam yaitu: kehilangan air rencana, kehilangan air percuma, dan kehilangan air insidental. Besarnya kehilangan air diperkirakan sebesar 15%–20% dari total kebutuhan air bersih. Dalam perencanaan biasanya besar kehilangan air diambil sebesar 20% dari total kebutuhan air bersih (Salmani, 2018).

### 2.13.5 Kebutuhan Air Rata-Rata Harian

Kebutuhan air rata-rata harian adalah banyaknya air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan domestik ditambah kebutuhan non domestik dan kehilangan air (Salmani, 2018).

### 2.13.6 Kebutuhan Air Maksimum

Kebutuhan air maksimum ( $Q_{hm}$ ) merupakan banyaknya air yang diperlukan terbesar pada satu tahun berdasarkan kebutuhan air bersih rata-rata harian. Untuk menghitung  $Q_{hm}$  diperlukan faktor fluktuasi kebutuhan air maksimum. Maka, untuk mencari  $Q_{hm}$  dapat menggunakan persamaan (2-10) (Salmani, 2018). Berdasarkan Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU (2000) faktor harian maksimum adalah sebesar 1,1. Dalam perhitungan ini 1,1 digunakan sebagai faktor hari maksimum.

$$Q_{hm} = F_{hm} \times Q_{rh} \quad (2-10)$$

Dimana:

$Q_{hm}$  : Kebutuhan air maksimum (l/dt)

$F_{hm}$  : Faktor harian maksimum (1,1)

$Q_{rh}$  : Kebutuhan air rata-rata harian (l/dt)

### 2.13.7 Kebutuhan Air Jam Puncak

Kebutuhan air jam puncak adalah jumlah kebutuhan air bersih terbanyak pada jam-jam tertentu dalam satu hari (Syahputra, 2020). Dalam Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU (2000) faktor jam puncak adalah 1,5 yang digunakan untuk menghitung kebutuhan air jam puncak. Berdasarkan uraian tersebut di atas dapat dituliskan persamaan (2-11).

$$Q_{jm} = F_{jm} \times Q_{rh} \quad (2-11)$$

Dimana:

$Q_{jm}$  : Kebutuhan air jam puncak (l/dt)

$F_{jm}$  : Faktor jam puncak (1,5)

$Q_{rh}$  : Kebutuhan air rata-rata harian (l/dt)

### 2.13.8 Ketersediaan Air Bersih

Perhitungan neraca air, apabila ketersediaan mencukupi kebutuhan maka neraca air *surplus* (kelebihan) dan jika ketersediaan tidak mencukupi kebutuhan maka neraca air *deficit* (kekurangan). Berikut adalah persamaan yang digunakan (Setiyanto, 2017):

$$\text{Neraca Air} = \text{Ketersediaan} - \text{Kebutuhan} \quad (2-12)$$

### 2.14 Kajian Terhadap Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan penelitian yang bermanfaat sebagai rujukan pemikiran atau adanya keterkaitan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan. Baik itu dari skripsi maupun jurnal ilmiah, diantaranya adalah sebagai berikut:

- 1) Penelitian yang dilakukan oleh Fitriati et al (2018) yang berjudul ***“Studi Kebutuhan Air Bersih Di Kabupaten Pulang Pisau”***. Perkiraan kebutuhan air bersih dalam penelitian ini dengan menggunakan metode Aritmatik, Geometrik, Regresi Linear, Eksponensial dan Logaritmik dengan proyeksi terhadap penduduk 20 tahun mendatang. Hasil yang didapat untuk kebutuhan air bersih kabupaten Pulang Pisau berturut-turut pada tahun 2017, 2021, 2026, 2031 adalah sebesar 179,574 l/dt, 254,030 l/dt, 351,857 l/dt, 351,857 l/dt, 563,368 l/dt. Kemampuan *intake* PDAM Pulang Pisau pada tahun 2017 sebesar 60 l/dt, berdasarkan perkiraan kebutuhan air bersih pada tahun 2017 adalah sebesar 179,574 l/dt, menunjukkan ketersediaan air bersih sudah tidak bisa terpenuhi. Hasil kualitas air distribusi belum memenuhi syarat air untuk Derajat Keasaman dan Oksigen Terlarut.
- 2) Penelitian yang dilakukan oleh Hendriyani et al (2019) yang berjudul ***“Analisis Kebutuhan Air Bersih IPA PDAM Samboja Kutai Kartanegara”***. Metode yang digunakan untuk memperkirakan kebutuhan air bersih dalam penelitian ini adalah metode Aritmatika dan Geometri 10 tahun ke depan terhadap jumlah pelanggan PDAM. Jumlah hasil yang didapat untuk kebutuhan air bersih 10 tahun yang akan datang adalah sebesar 3.048 m<sup>3</sup>/hari, sedangkan kapasitas IPA Mahakam Samboja dengan 2 pompa adalah sebesar 2.599,5 m<sup>3</sup>/hari, sehingga diperlukan penambahan 1 pompa agar dapat melayani kebutuhan air bersih pelanggan.
- 3) Penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni dan Junianto (2017) yang berjudul ***“Analisa Kebutuhan Air Bersih Kota Batam Pada Tahun 2025”***. Metode

yang digunakan untuk memperkirakan kebutuhan air bersih dalam penelitian ini adalah metode Geometrik 10 tahun mendatang terhadap jumlah penduduk. Hasil yang didapatkan untuk jumlah kebutuhan air bersih sebesar 9.279,15 l/dt pada tahun 2025, sedangkan kemampuan WTP Kota Batam tahun 2015 sebesar 4.682 l/dt, sehingga hanya mampu mencukupi kebutuhan Kota Batam hingga akhir tahun 2015.

- 4) Penelitian yang dilakukan oleh Aryastana et al (2018) yang berjudul ***“Analisis Kualitas dan Kebutuhan Air Masyarakat Dusun Blokagung Desa Karangdoro Banyuwangi”***. Metode yang digunakan untuk memperkirakan kebutuhan air bersih dalam penelitian ini adalah metode Aritmatik, Geometrik, Eksponensial, Logaritmik, dan *Last Square* 25 tahun mendatang terhadap jumlah penduduk. Analisis kualitas air menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010. Hasil yang didapat untuk total kebutuhan air bersih masyarakat Dusun Blokagung pada tahun 2034 adalah sebesar 6,74 l/dt pada skenario sambungan rumah dan 3,37 l/dt pada skenario hidran umum. Neraca air menunjukkan bahwa kedua skenario yang direncanakan tidak mampu memenuhi kebutuhan air bersih dengan potensi/ketersediaan air bersih sebesar 2,25 l/dt. Hasil untuk kualitas air adalah aman untuk dikonsumsi.

Penelitian dari keempat peneliti tersebut terdapat persamaan dan perbedaan yang dapat dijadikan kajian. Persamaan penelitian Fitriati et al (2018) yang berjudul **Studi Kebutuhan Air Bersih di Kabupaten Pulang Pisau** dengan penelitian yang

akan dilakukan adalah pada analisis kebutuhan dan ketersediaan air bersih berdasarkan proyeksi jumlah penduduk setempat, serta menganalisis kualitas air bersih. Perbedaan penelitian yang akan dilakukan terletak pada lokasi penelitian, dimana lokasi penelitian di Kecamatan Lahei Kabupaten Barito Utara dan penelitian Fitriati di Kabupaten Pulang Pisau. Proyeksi kebutuhan dan ketersediaan air bersih selama 15 tahun ke depan di Kecamatan Lahei Kabupaten Barito Utara dan Penelitian Fitriati selama 20 tahun yang akan datang di Kabupaten Pulang Pisau. Teknik analisis kualitas air yaitu parameter yang diuji dan cara pengambilan sampel air.

Persamaan penelitian Hendriyani et al (2019) yang berjudul Analisis Kebutuhan Air Bersih IPA PDAM Samboja Kutai Kartanegara dengan penelitian yang akan dilakukan adalah pada analisis kebutuhan dan ketersediaan air bersih setempat. Perbedaan penelitian yang akan dilakukan terletak pada kualitas air dimana penelitian Hendriyani tidak meninjau kualitas air. Lokasi penelitian akan dilakukan di Kecamatan Lahei Kabupaten Barito Utara dan penelitian Hendriyani dilakukan di IPA PDAM Samboja Kutai Kartanegara. Proyeksi kebutuhan dan ketersediaan selama 15 tahun ke depan berdasarkan jumlah penduduk Kecamatan Lahei Kabupaten Barito Utara dan penelitian Hendriyani berdasarkan proyeksi jumlah pelanggan IPA PDAM Samboja Kutai Kartanegara.

Persamaan penelitian Wahyuni dan Junianto (2017) yang berjudul Analisa Kebutuhan Air Bersih Kota Batam Pada Tahun 2025 dengan penelitian yang akan dilakukan adalah pada analisis kebutuhan dan ketersediaan air bersih setempat berdasarkan proyeksi jumlah penduduk. Perbedaan penelitian yang akan dilakukan

terletak pada lokasi penelitian, dimana lokasi penelitian akan dilakukan di Kecamatan Lahei Kabupaten Barito Utara dan penelitian Wahyudi dan Junianto di Kota Batam. Kualitas air dimana penelitian Wahyudi dan Junianto tidak meninjau kualitas air. Proyeksi kebutuhan dan ketersediaan air bersih selama 15 tahun ke depan di Kecamatan Lahei Kabupaten Barito Utara dan penelitian Wahyudi dan Junianto selama 10 tahun yang akan datang di Kota Batam.

Persamaan penelitian Aryastana et al (2018) yang berjudul Analisis Kualitas dan Kebutuhan Air Masyarakat Dusun Blokagung Desa Karangdoro Banyuwangi dengan penelitian yang akan dilakukan adalah pada analisis kebutuhan dan ketersediaan air bersih berdasarkan proyeksi jumlah penduduk setempat, serta menganalisis kualitas air bersih. Perbedaan penelitian yang akan dilakukan terletak pada lokasi penelitian, dimana lokasi penelitian di Kecamatan Lahei Kabupaten Barito Utara dan penelitian Aryastana dilakukan di Dusun Blokagung Desa Karangdoro Banyuwangi. Proyeksi kebutuhan dan ketersediaan air bersih selama 15 tahun ke depan di Kecamatan Lahei Kabupaten Barito Utara dan Penelitian Aryastana selama 25 tahun mendatang. Teknik analisis kualitas air yaitu parameter yang diuji dan cara pengambilan sampel air.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Umum**

Penyusunan dilakukan dengan mengikuti tahapan-tahapan penelitian, yaitu menjelaskan tahap-tahap yang akan dilakukan untuk pengumpulan data dan pengolahan data, selain itu memberikan informasi mengenai pendekatan penelitian, perlengkapan serta bahan penelitian dan cara pengambilan sampel air.

#### **3.2 Pendekatan Penelitian**

Pendekatan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pendekatan survei dan deskriptif, studi untuk mengetahui kualitas dan kebutuhan air bersih penduduk Kecamatan Lahei Kabupaten Barito Utara.

#### **3.3 Tahapan Penelitian**

Dalam penelitian ini rangkaian kegiatan yang dilakukan selama proses penelitian dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Pendahuluan

Pada tahap ini merupakan tahap awal, kegiatan-kegiatan pendahuluan yaitu:

- a) Penyusunan latar belakang penelitian;
- b) Menyusun rumusan masalah penelitian;
- c) Penyusunan batasan masalah penelitian;
- d) Penyusunan tujuan penelitian;
- e) Penyusunan manfaat penelitian.

## 2. Studi Pustaka/Literatur

Mengumpulkan dan mempelajari literatur yang berupa bahan-bahan tulisan ilmiah, buku-buku, serta internet yang berkaitan dengan topik yang diteliti.

## 3. Pengumpulan Data

Pada tahap ini adalah tahap pengumpulan data berupa data primer yaitu data yang diperoleh langsung melalui tes kualitas air, data sekunder diperoleh dari instansi terkait atau penyedia jasa, dan menentukan lokasi serta waktu penelitian.

## 4. Analisis Data

Setelah data yang didapatkan kemudian tahap selanjutnya tahap perhitungan untuk menjawab rumusan masalah berdasarkan metode tertentu dan disajikan dalam bentuk grafik maupun perhitungan.

## 5. Kesimpulan dan Saran

Hasil yang diperoleh dari penelitian dan masukan untuk masalah yang ditentukan.

### **3.4 Perlengkapan dan Bahan Penelitian**

Perlengkapan yang digunakan dalam penelitian ini berupa wadah (jerigen) atau (*styrofoam box*) untuk menyimpan sampel air, kamera ponsel untuk dokumentasi kegiatan. Bahan penelitian berupa sampel air serta data-data pendukung yang diperlukan untuk penelitian.

### **3.5 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data adalah salah satu tahapan kegiatan yang penting dalam penelitian. Penyelesaian dan solusi suatu permasalahan mutlak diperlukan adanya

data yang mendukung, sehingga data tersebut dapat diolah dalam perhitungan yang menghasilkan suatu pemecahan masalah yang baik dan tepat. Cara memperoleh data tersebut adalah dengan cara survei (pengamatan langsung) ke lokasi penelitian dan memperoleh data dari instansi-instansi terkait berupa dokumen, standar dan peraturan. Data yang dikumpulkan dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu data primer dan sekunder. Data primer berupa data hasil pemeriksaan kualitas air bersih dari hasil pengujian laboratorium terhadap sampel air yang diambil di lokasi penelitian. Data sekunder dikumpulkan dari instansi terkait berupa:

- 1) Data jumlah penduduk Kecamatan Lahei 10 tahun terakhir (2010–2019).
- 2) Data luas dan peta wilayah Kecamatan Lahei.
- 3) Data debit air bersih yang dihasilkan *intake* PDAM IKK Lahei.

### **3.6 Analisis Data**

#### **3.6.1 Analisis Hasil Pengujian Kualitas Air Bersih Pelanggan**

Hasil sampel-sampel yang diuji di Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Barito Utara berdasarkan standar persyaratan kualitas air bersih. Standar yang digunakan adalah Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017. Parameter yang diuji meliputi: kekeruhan, zat padat terlarut (TDS), suhu, derajat keasaman (pH), besi (Fe), mangan (Mn), nitrit sebagai N, kadmium (Cd), seng (Zn), dan timbal (Pb). Hasil dari pengujian kemudian dibandingkan dengan kadar maksimum standar baku mutu air bersih Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017.

### 3.6.2 Analisis Jumlah Penduduk

Jumlah penduduk di wilayah pelayanan PDAM IKK Lahei akan berpengaruh pada kapasitas produksi air bersih yang juga akan meningkat. Oleh sebab itu sebelum menghitung jumlah kebutuhan air bersih, proyeksi jumlah penduduk yang akan dihitung terlebih dahulu dengan menggunakan metode statistik.

### 3.6.3 Analisis Kebutuhan Air Bersih

Total kebutuhan air dihitung berdasarkan kebutuhan air rata-rata harian. Terdapat dua bagian kebutuhan air rata-rata, yaitu kebutuhan air maksimum dan kebutuhan air jam puncak. Kebutuhan air rata-rata dihitung berdasarkan jumlah pemakaian air domestik dan non domestik yang sudah diproyeksikan per tahun dan ditambahkan dengan faktor kehilangan air atau kebocoran air.

### 3.6.4 Analisis Ketersediaan Air Bersih

Ketersediaan air bersih dihitung berdasarkan hasil dari debit total kebutuhan air bersih rata-rata dikalikan dengan faktor air jam puncak. Kemudian dijadikan nilai kebutuhan air rencana untuk dibandingkan dengan debit air bersih yang dihasilkan *intake* PDAM IKK Lahei. Dari hasil tersebut bisa diprediksi ketersediaan (mencukupi atau kekurangan) air bersih PDAM IKK Lahei pertahun sampai tahun 2034 berdasarkan jumlah penduduk wilayah pelayanan PDAM IKK Lahei.

### 3.7 Teknik Pengambilan Sampel Air

Sebelum pengambilan sampel air bersih diperlukan survei secara langsung di lapangan. Pengambilan sampel air bersih sebanyak 3 sampel di lokasi yang berbeda (berdasarkan kondisi di lapangan) dan diambil pada waktu yang

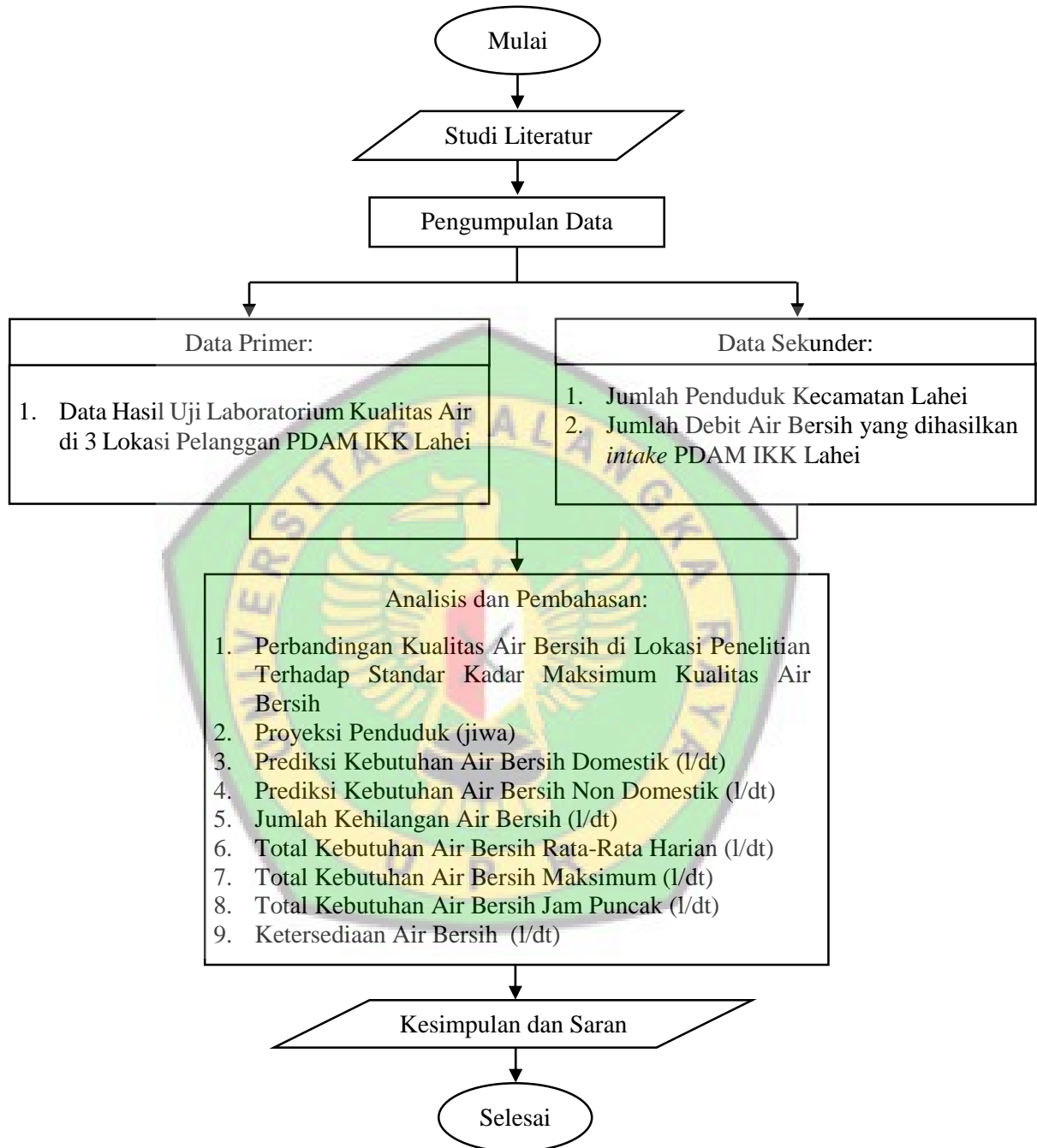
bersamaan. Sampel pertama berada di lokasi pelanggan yang paling dekat dengan lokasi PDAM berada. Sampel kedua berada di tengah, antara pelanggan yang terdekat dengan PDAM dengan pelanggan yang paling jauh. Sampel ketiga berada di lokasi pelanggan yang paling jauh atau di ujung dari lokasi PDAM berada.

### **3.8 Teknik Analisis Data**

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam menganalisis data, tentang Analisis Kualitas dan Kebutuhan Air Bersih Penduduk Kecamatan Lahei Kabupaten Barito Utara adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data primer dan data sekunder.
2. Membandingkan hasil uji laboratorium kualitas air bersih sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017.
3. Menghitung proyeksi jumlah penduduk di Kecamatan Lahei dan Wilayah pelayanan menggunakan metode statistik.
4. Menghitung jumlah kebutuhan air bersih domestik.
5. Menghitung jumlah kebutuhan air bersih non domestik.
6. Menghitung total jumlah kehilangan air bersih.
7. Menghitung kebutuhan pemakaian air bersih rata-rata.
8. Menghitung kebutuhan air bersih maksimum.
9. Menghitung kebutuhan air bersih jam puncak.
10. Menghitung ketersediaan air bersih PDAM IKK Lahei.

### 3.9 Bagan Alir Penelitian



**Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian**

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Data kualitas air bersih yang diperoleh dari uji sampel pelanggan PDAM IKK Lahei terhadap parameter-parameter yang diperiksa belum memenuhi syarat derajat keasaman (pH) dan timbal (Pb) untuk kekeruhan, zat padat terlarut (TDS), suhu, besi (Fe), mangan (Mn), nitrit sebagai N, kadmium (Cd) dan seng (Zn) sudah memenuhi persyaratan kualitas air bersih.
2. Dari perhitungan proyeksi penduduk sampai tahun 2034 menggunakan metode geometrik diperoleh jumlah penduduk Kecamatan Lahei sebesar 20.465 jiwa dan jumlah penduduk di wilayah pelayanan PDAM IKK Lahei sebesar 7.285 jiwa.
3. Kebutuhan air bersih berdasarkan jumlah penduduk sampai tahun 2034 di Kecamatan Lahei sebesar 36,377 l/dt dan untuk di wilayah pelayanan PDAM IKK Lahei sebesar 7,394 l/dt.
4. PDAM IKK Lahei saat ini memiliki debit *intake* sebesar 10 l/dt berdasarkan perhitungan proyeksi ketersediaan air bersih sampai tahun 2034 di wilayah pelayanan, dari tahun 2021 sampai 2034 masih dapat mencukupi kebutuhan air bersih penduduk yang berada di wilayah pelayanan PDAM IKK Lahei.

## 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian, maka dapat disampaikan saran-saran sebagai berikut:

- 1) Dalam penelitian ini hanya memeriksa kualitas air bersih yang diambil dari pelanggan PDAM IKK Lahei, pemeriksaan kualitas air dari sumber air baku (sungai) yang digunakan perlu dilakukan. Parameter-parameter lain yang terdapat pada standar kualitas air bersih juga perlu untuk dilakukan pemeriksaan seperti parameter biologi.
- 2) Perhitungan dengan menggunakan metode lainnya maupun standar-standar perhitungan lainnya yang dapat digunakan dalam perencanaan ini.
- 3) Kebutuhan air bersih relatif akan terus meningkat seiring meningkatnya jumlah penduduk setiap tahunnya, untuk meminimalkan kekurangan air maka diperlukan efisiensi dalam penggunaan air.
- 4) PDAM IKK Lahei sebagai penyuplai air bersih diharapkan dapat selalu berupaya untuk meningkatkan cakupan pelayanannya, agar ketersediaan air bersih dapat tersedia secara menyeluruh disetiap desa/kelurahan yang ada di Kecamatan Lahei.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman, M., Muhidin, S. A., & Somantri, A. 2011. *Dasar-Dasar Metode Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Pustaka Setia.
- Admadhani, D. N., Haji, A. T. S., & Susanawati, L. D. 2014. Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air untuk Daya Dukung Lingkungan (Studi Kasus Kota Malang). *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, **1**(3), pp. 13-20.
- Aryastana, P., Eryani, I. G. A. P., & Yujana, C. A. 2018. Analisis Kualitas dan Kebutuhan Air Masyarakat Dusun Blokagung Desa Karangdoro Banyuwangi. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*. **7**(2), pp. 230-238.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Barito Utara, 2011. *Kecamatan Lahei Dalam Angka 2011*. Barito Utara: BPS Kabupaten Barito Utara.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Barito Utara, 2012. *Kecamatan Lahei Dalam Angka 2012*. Barito Utara: BPS Kabupaten Barito Utara.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Barito Utara, 2013. *Kecamatan Lahei Dalam Angka 2013*. Barito Utara: BPS Kabupaten Barito Utara.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Barito Utara, 2014. *Kecamatan Lahei Dalam Angka 2014*. Barito Utara: BPS Kabupaten Barito Utara.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Barito Utara, 2015. *Kecamatan Lahei Dalam Angka 2015*. Barito Utara: BPS Kabupaten Barito Utara.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Barito Utara, 2016. *Kecamatan Lahei Dalam Angka 2016*. Barito Utara: BPS Kabupaten Barito Utara.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Barito Utara, 2017. *Kecamatan Lahei Dalam Angka 2017*. Barito Utara: BPS Kabupaten Barito Utara.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Barito Utara, 2018. *Kecamatan Lahei Dalam Angka 2018*. Barito Utara: BPS Kabupaten Barito Utara.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Barito Utara, 2019. *Kecamatan Lahei Dalam Angka 2019*. Barito Utara: BPS Kabupaten Barito Utara.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Barito Utara, 2020. *Kecamatan Lahei Dalam Angka 2020*. Barito Utara: BPS Kabupaten Barito Utara.
- Badan Standardisasi Nasional (SNI) 6728.1:2015, 2015. *Penyusunan Neraca Spasial Sumber Daya Alam-Bagian 1: Sumber Daya Air*. Jakarta: BSN.
- Brahmanja., Ariyanto, A., & Fahmi, K. 2014. Prediksi Jumlah Kebutuhan Air Bersih BPAB Unit Dalu-Dalu 5 Tahun Mendatang (2018) Kecamatan Tambusai Kab Rokan Hulu. *Jurnal Mahasiswa Teknik*, **1**(1).

- Fitriati, U., Fathurrachman, S. A., & Rusdiansyah, A. 2018. Studi Kebutuhan Air Bersih di Kabupaten Pulang Pisau. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, **4**(2), pp. 34-41.
- Halim, M. H., Wahab, A., & Lesmanah, U. 2019. Analisis Sistem Jaringan Pipa Air PDAM Kota Malang di Jalan Borobudur Agung. *Jurnal Teknik Mesin*, **11**(01).
- Handiyatmo, D., Sahara, I., & Rangkuni, H. 2010. *Pedoman Perhitungan Proyeksi Penduduk dan Angkatan Kerja*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Hendriyani, I., Kencanawati, M., & Salam A. N. 2019. Analisis Kebutuhan Air Bersih IPA PDAM Samboja Kutai Kartanegara. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, **7**(2), pp. 87-97.
- Kencanawati, M., & Mustakim. 2018. Analisis Pengolahan Air Bersih Pada WTP PDAM Prapatan Kota Balikpapan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil TRANSUKMA (Tanah Transportasi Struktur Manajemen Konstruksi)*, **2**(2), pp. 103-117.
- Kumalasari, F., & Satoto, Y. 2011. *Teknik Praktis Mengolah Air Kotor Menjadi Air Bersih Hingga Layak di Minum*. Bandung: Laskar Aksara.
- Kusumo, B. J., & Priyana, Y. 2016. *Pola Konsumsi Air Untuk Kebutuhan Domestik Pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) di Kecamatan Manyaran Kabupaten Wonogiri*. [Online] Available at: <http://eprints.ums.ac.id> [Accessed 11 Juli 2021].
- Linsley, R. K., & Franzini, J. B. 1996. *Teknik Sumber Daya Air Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Mashuri, Fauzi, M., & Sandhyavitri, A. 2015. Kajian Ketersediaan dan Kebutuhan Air Baku Dengan Permodelan IHACRES di Daerah Aliran Sungai Tapung Kiri. *Jom FTEKNIK*, **2**(1), pp. 1-12.
- Noerbambang & Morimura. 1996. *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Oesman, Y. 2018. *Evaluasi dan Pengembangan Sistem Distribusi Air Bersih Utama Kota Niamey, Niger*. [Online] Available at: <https://anzdoc.com/bab-iv-dasar-perencanaan-pengembangan-sistem-distribusi-air-.html> [Accessed 25 Juli 2020].
- Permenkes RI No. 32, 2017. *Tentang Standar Baku Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum*. Jakarta: Menteri Kesehatan Republik Indonesia.
- Permenkes RI No. 416/Menkes/PER/IX/1990, 1990. *Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air*. Jakarta: Menteri Kesehatan Republik Indonesia.

- Permenkes RI No. 492/Menkes/PER/IV/2010, 2010. *Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Jakarta: Menteri Kesehatan Republik Indonesia.
- Pratama, D. M. 2016. *Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih di Wilayah Kecamatan Sukamulia Kabupaten Lombok Timur*. Tugas Akhir. Mataram: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram.
- Rahmawati, R. 2019. *Gambaran Pengetahuan, Sikap Dan Tindakan Petani Pemakaian Alat Pelindung Diri Pada Saat Penyemprotan Pestisida Di Desa Purwodadi Kecamatan Adiluwih Kabupaten Pringsewu Tahun 2019*. [Online] Available at: <http://repository.poltekkes-tjk.ac.id/782/> [Accessed 11 Juni 2021].
- Pynkyawati, T., & Wahadamaputera, S. 2015. *Utilitas Bangunan Modul Plumbing*. Jakarta Timur: Gria Kreasi.
- Said, N. I. 2007. *Pencemaran Air Minum dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*. Universitas Sumatra Utara. Medan, Indonesia.
- Salmani. 2018. *Rekayasa dan Penyediaan Air Bersih*. Yogyakarta: Deepublish.
- Setiyanto, I. 2017. *Analisa Kebutuhan Air Bersih (Studi Kasus Instalasi Pengolahan Air Kutoarjo)*. Tugas Akhir. Purworejo: Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo.
- Sirang, K. 2011. Kajian Potensi Ketersediaan Sumberdaya Air di Daerah Aliran Sungai Sebelimbing Kabupaten Kota Baru. *Jurnal Hutan Tropis*, **12**(32), pp. 150-156.
- Sudjana. 1982. *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suheri, A., Kusmana, C., Purwanto, M. Y. J., & Setiawan, Y. 2019. Model Prediksi Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jumlah Penduduk di Kawasan Perkotaan Sentul City. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, **4**(1), pp. 37-48.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Sutrisno, C. T., & Suciastuti, E. 2010. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Syaputra, B. 2020. Penentuan Faktor Jam Puncak dan Harian Maksimum Terhadap Pola Pemakaian Air Domestik di Kecamatan Kalasan, Sleman, Yogyakarta. *Jurnal Lingkungan Sultan Agung*. **1**(1), pp. 1-15.
- Wahyudi, A., & Junianto. 2017. Analisa Kebutuhan Air Bersih Kota Batam Pada Tahun 2025. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, **6**(2), pp. 116-126.

Wijanarko, A. 2011. *Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih Unit Kedaung PDAM Sragen*. Tugas Akhir. Surakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.

