

SKRIPSI

**ANALISIS LAYANAN AIR BERSIH PDAM TIRTA BAHALAP
TERHADAP KUANTITAS DAN KUALITAS AIR DI TINGKAT
PELANGGAN RUMAH TANGGA
KOTA KUALA KURUN KABUPATEN GUNUNG MAS**

Oleh :

**YULIANA
NIM. DAB 115 105**



**JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
PALANGKA RAYA
2020**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir berjudul “***ANALISIS LAYANAN AIR BERSIH PDAM TIRTA BAHALAP TERHADAP KUANTITAS DAN KUALITAS AIR DI TINGKAT PELANGGAN RUMAH TANGGA KOTA KUALA KURUN KABUPATEN GUNUNG MAS***” disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi pada jenjang Strata-1 Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Pada kesempatan ini, saya ucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya 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 P SILITONGA, STP., S.T.,M.T.** Selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak **TATAU WIJAYA GARIB, 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 Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
6. Bapak **IKHWAN YANI, S.T.,M.T.** Selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Bapak **Ir. ALLAN RESTU JAYA, M.T.** Selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
8. Bapak **Ir. HENDRO SUYANTO, M.T.** Selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
9. Ibu **NOMERITAE, S.T.,M.Eng.,Ph.D** Selaku Dosen Pembahas I Tugas Akhir.
10. Bapak **RADEN HARYO SAPUTRA, M.T.** Selaku Dosen Pembahas II Tugas Akhir.
11. Bapak **DWI ANUNG NINDITO, S.T.,M.T.** Selaku Dosen Pembahas III Tugas Akhir.

12. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil, Staf Tata Usaha dan Staf Akademik di Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

13. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil Angkatan 2015 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

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

Palangka Raya, Desember 2020

YULIANA

DAB 115 105

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| DAFTAR ISI | iv |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR GAMBAR..... | viii |
| DAFTAR LAMBANG NOTASI DAN SINGKATAN..... | ix |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah..... | 4 |
| 1.3. Batasan Masalah | 4 |
| 1.4. Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.5. Manfaat Penelitian | 5 |
| 1.6. Lokasi Penelitian | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI | |
| 2.1. Uraian Umum | 6 |
| 2.2. Sumber Air Bersih | 6 |
| 2.3. Kebutuhan Air Bersih | 8 |
| 2.3.1 Kebutuhan Air Untuk Golongan Pelanggan | 9 |
| 2.4 Standar Kebutuhan Air Bersih | 11 |
| 2.5 Kriteria Debit Air Bersih | 12 |
| 2.6 Metode Distribusi | 13 |
| 2.6.1 Sistem Gravitasi | 14 |

| | | |
|--------|--|----|
| 2.6.2 | Sistem Pemompaan Langsung (<i>Direct Pumping System</i>) | 15 |
| 2.7 | Perlengkapan Pendistribusian Air Bersih | 15 |
| 2.7.1 | Bangunan Penangkap Air (<i>Intake</i>) | 15 |
| 2.7.2 | Saluran Pembawa | 15 |
| 2.7.3 | Penjernihan | 16 |
| 2.7.4 | Jaringan Transmisi | 16 |
| 2.7.5 | Jaringan Distribusi | 17 |
| 2.8 | Jumlah pemakaian Air Bersih | 17 |
| 2.9 | Ketersediaan Air Pengolahan PDAM Kuala Kurun | 17 |
| 2.10 | Analisis | 17 |
| 2.10.1 | Analisis Kehilangan Air (<i>Losses</i>) | 17 |
| 2.10.2 | Analisis Kemampuan Layanan PDAM secara Makro ... | 18 |
| 2.10.3 | Analisis Kemampuan Layanan PDAM secara Mikro ... | 19 |
| 2.11 | Standar Kualitas Air Bersih | 26 |
| 2.12 | Syarat - Syarat Air Bersih | 28 |
| 2.13 | Standar Kualitas Air Di Indonesia | 49 |
| 2.14 | Penelitian Terdahulu | 51 |

BAB III METODE PENELITIAN

| | | |
|-------|--|----|
| 3.1 | Umum | 56 |
| 3.2 | Identifikasi Pokok Permasalahan Penelitian | 56 |
| 3.3 | Studi Literatur/Pustaka | 56 |
| 3.4 | Teknik Pengumpulan Data | 56 |
| 3.4.1 | Data Pelanggan | 57 |
| 3.4.2 | Data Kapasitas Produksi | 57 |

| | |
|--|----|
| 3.4.3 Data Produksi | 57 |
| 3.4.4 Data Penerimaan Air Pelanggan | 57 |
| 3.4.5 Data Penduduk | 58 |
| 3.4.6 Data Kualitas Air | 58 |
| 3.5 Metode Analisis | 58 |
| 3.5.1 Analisis Pelayanan PDAM Berdasarkan Debit | 59 |
| 3.5.2 Analisis Pelayanan PDAM Berdasarkan Kualitas Air ... | 61 |
| 3.6 Bagan Alir Penelitian | 63 |

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

| | |
|---|-----|
| 4.1 Pengumpulan Data | 65 |
| 4.1.1 Data Pelanggan | 65 |
| 4.1.2 Data Penduduk | 71 |
| 4.1.3 Data Produksi | 71 |
| 4.1.4 Data Penggunaan Air Bersih | 72 |
| 4.2 Analisis Data | 78 |
| 4.2.1 Kemampuan Layanan PDAM Kuala Kurun Secara Makro | 84 |
| 4.2.2 Analisis Unjuk Kerja Layanan Jaringan Air Bersih berdasarkan Debit | 91 |
| 4.2.3 Hasil Analisa Terhadap Debit | 104 |
| 4.2.4 Kehilangan Air | 105 |
| 4.3 Kualitas Air | 108 |

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|----------------------|-----|
| 5.1 Kesimpulan | 113 |
| 5.2 Saran | 115 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 2.1 Kebutuhan Air Bersih Rata-Rata | 12 |
| Tabel 2.2 Standar Debit Air Bersih | 13 |
| Tabel 2.3 Syarat-Syarat Fisik | 33 |
| Tabel 2.4 Persyaratan Kualitas Air Dalam Standar Mutu Kesehatan Lingkungan Untuk Media Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi | 50 |
| Tabel 4.1 Data Jumlah Pelanggan Air Bersih PDAM Kuala Kurun Tahun 2015. . | 66 |
| Tabel 4.2 Data Jumlah Pelanggan Air Bersih PDAM Kuala Kurun Tahun 2016. . | 67 |
| Tabel 4.3 Data Jumlah Pelanggan Air Bersih PDAM Kuala Kurun Tahun 2017. . | 68 |
| Tabel 4.4 Data Jumlah Pelanggan Air Bersih PDAM Kuala Kurun Tahun 2018. . | 69 |
| Tabel 4.5 Data Jumlah Pelanggan Air Bersih PDAM Kuala Kurun Tahun 2019. . | 70 |
| Tabel 4.6 Data Jumlah Penduduk Kuala Kurun Tahun 2015 s/d 2019 | 71 |
| Tabel 4.7 Data Produksi Air Bersih PDAM Kuala Kurun Tahun 2015 s/d 2019. . | 71 |
| Tabel 4.8 Data Jumlah Pelanggan Air Bersih PDAM Kuala Kurun per Wilayah Tahun 2015 | 73 |
| Tabel 4.9 Data Jumlah Pelanggan Air Bersih PDAM Kuala Kurun per Wilayah Tahun 2016 | 74 |
| Tabel 4.10 Data Jumlah Pelanggan Air Bersih PDAM Kuala Kurun per Wilayah Tahun 2017 | 75 |
| Tabel 4.11 Data Jumlah Pelanggan Air Bersih PDAM Kuala Kurun per Wilayah Tahun 2018 | 76 |
| Tabel 4.12 Data Jumlah Pelanggan Air Bersih PDAM Kuala Kurun per Wilayah Tahun 2019 | 77 |
| Tabel 4.13 Data Rerata Penggunaan Air Bersih PDAM Kuala Kurun Per Pelanggan Tahun 2015 | 79 |
| Tabel 4.14 Data Rerata Penggunaan Air Bersih PDAM Kuala Kurun Per Pelanggan Tahun 2016 | 80 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 4.15 Data Rerata Penggunaan Air Bersih PDAM Kuala Kurun Per Pelanggan Tahun 2017 | 81 |
| Tabel 4.16 Data Rerata Penggunaan Air Bersih PDAM Kuala Kurun Per Pelanggan Tahun 2018 | 82 |
| Tabel 4.17 Data Rerata Penggunaan Air Bersih PDAM Kuala Kurun Per Pelanggan Tahun 2019 | 83 |
| Tabel 4.18 Jumlah Pelanggan PDAM Kuala Kurun Tahun 2015 s/d 2019 | 85 |
| Tabel 4.19 Hasil Layanan Air Bersih PDAM Kuala Kurun Terhadap Pelanggan | 87 |
| Tabel 4.20 Jumlah Penduduk Kuala Kurun Tahun 2015 s/d 2019 | 89 |
| Tabel 4.21 Hasil Layanan Air Bersih PDAM Kuala Kurun Terhadap Penduduk. | 91 |
| Tabel 4.22 Penggunaan Air Bersih PDAM Di Tingkat Pelanggan di Kuala Kurun Tahun 2015 s/d 2019 | 95 |
| Tabel 4.23 Penggunaan Air Bersih PDAM Di Tingkat Pelanggan di Kuala Kurun Tahun 2015 s/d 2019 | 98 |
| Tabel 4.24 Tingkat Layanan Air Bersih di Kuala Kurun Tahun 2015 s/d 2019.. | 100 |
| Tabel 4.25 Unjuk Kerja Layanan Air Bersih di Kuala Kurun (Januari 2015 s/d Desember 2019) | 104 |
| Tabel 4.26 Perhitungan Kehilangan Air (<i>Losses</i>) | 107 |
| Tabel 4.27 Kualitas Air Bersih di Lokasi Hulu | 109 |
| Tabel 4.28 Kualitas Air Bersih di Lokasi Hilir | 110 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 1.1 Peta Lokasi Penelitian..... | 5 |
| Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian | 62 |
| Gambar 3.2 Bagan Alir Analisis Unjuk Kerja Pelayanan Jaringan Air Bersih. | 63 |
| Gambar 4.1 Diagram Presentase Tingkat Layanan Air Bersih Terhadap Pelanggan Di Kuala Kurun | 88 |
| Gambar 4.2 Diagram Presentase Tingkat Layanan Air Bersih Terhadap Penduduk Di Kuala Kurun | 91 |
| Gambar 4.3 Diagram Presentase Kehilangan Air | 108 |

DAFTAR LAMBANG, NOTASI DAN SINGKATAN

Lambang dan Notasi

| | |
|-----------------------|---|
| D_t | = kebutuhan minimum air pada periode t |
| R_t | = debit layanan dari jaringan air pipa pada periode t |
| Z_t | = <i>indicator</i> dan <i>counter</i> untuk menghitung kejadian dimana $R_t \geq D_t$ |
| α | = unjuk kerja keandalan dalam jangka Panjang |
| n | = lama atau jangka waktu pengoperasian |
| W_t | = masa transisi jaringan pipa dari keadaan gagal menjadi keadaan memuaskan |
| R_{t-1} | = debit layanan dari jaringan pipa pada periode $t-1$ |
| D_{t-1} | = kebutuhan air minimum yang diharapkan pada periode $t-1$ |
| ρ | = probabilitas (rerata frekuensi) masa jaringan pipa dari keadaan gagal pada bulan yang lalu menjadi keadaan yang memuaskan pada bulan sekarang |
| T_{gagal} | = lama atau jangka waktu rerata jaringan pipa berada dalam keadaan gagal secara kontinyu/berurutan |
| E | = merupakan operator “ <i>Expected</i> ” |
| $E[T_{\text{gagal}}]$ | = lama atau jangka waktu rerata jaringan pipa berada dalam keadaan gagal secara kontinyu/berurutan dalam jangka panjang |
| γ | = unjuk kerja kelentingan |
| <i>Otherwise</i> | = keadaan pada saat kondisi ($R_t \geq D_t$ dan $R_{t-1} < D_{t-1}$) tidak terpenuhi |
| DEF_t | = kekurangan/ <i>deficit</i> pada periode t |
| V_1 | = nilai maksimum “ <i>deficit</i> ” |
| V_2 | = nilai maksimum “ <i>deficit-ratio</i> ” |

V3 = Nilai rerata “*deficit-ratio*”

Singkatan

DPU = Dinas Pekerjaan Umum

IKK = Instalasi Kota Kecamatan

IPA = Instalasi Pengolahan Air

NTU = *Nephelometrik Turbidity Units*

ppm = *part per million*

PDAM = Perusahaan Daerah Air Minum

BPS = Badan Pusat Statistik

TCU = *True Colour Unit*

WHO = *World Health Organization*

PRV = *Pressure Reducing Valve*

DPS = *Direct Pumping System*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber kehidupan. Air sangat dibutuhkan oleh manusia, hewan dan tumbuhan untuk keperluan hidupnya. Dalam bidang kehidupan ekonomi modern, air juga merupakan hal utama untuk budidaya pertanian, industri, pembangkit tenaga listrik dan transportasi. Fungsi air bagi kehidupan manusia sangat banyak dan luas cakupannya. Fungsi air bersih ini untuk kebutuhan sehari-hari misal: mandi, mencuci, memasak dan lain-lain. (Sutrisno C.T. dan Eni,1996)

Penggunaan air dari kota satu ke kota lain berbeda-beda tergantung pada cuaca, ciri-ciri masalah lingkungan hidup, penduduk, industri dan faktor-faktor pendukung lainnya. Di Kuala Kurun sendiri penggunaan air juga berubah dari musim ke musim, dari hari ke hari dan dari jam ke jam, sehingga penggunaan air bersih atau air minum di Kuala Kurun sangat bervariasi antara masing-masing wilayah. Sedangkan untuk penggunaan air bersih ini sendiri tergantung pada jumlah penduduk yang memerlukan air bersih untuk keperluan hidup sehari-hari.

Karena ketergantungan akan air bersih maka sudah menjadi tanggung jawab pemerintah untuk menangani serta menyediakan air bersih bagi masyarakat. Untuk memperoleh air yang bersih dan layak untuk dikonsumsi, maka pemerintah Daerah Kuala Kurun Kabupaten Gunung Mas menunjuk PDAM “TIRTA BAHALAP” Kabupaten Gunung Mas sebagai perusahaan yang mengelola pengolahan dan mendistribusikan air bersih kepada penduduk di Kuala Kurun. Hal ini juga

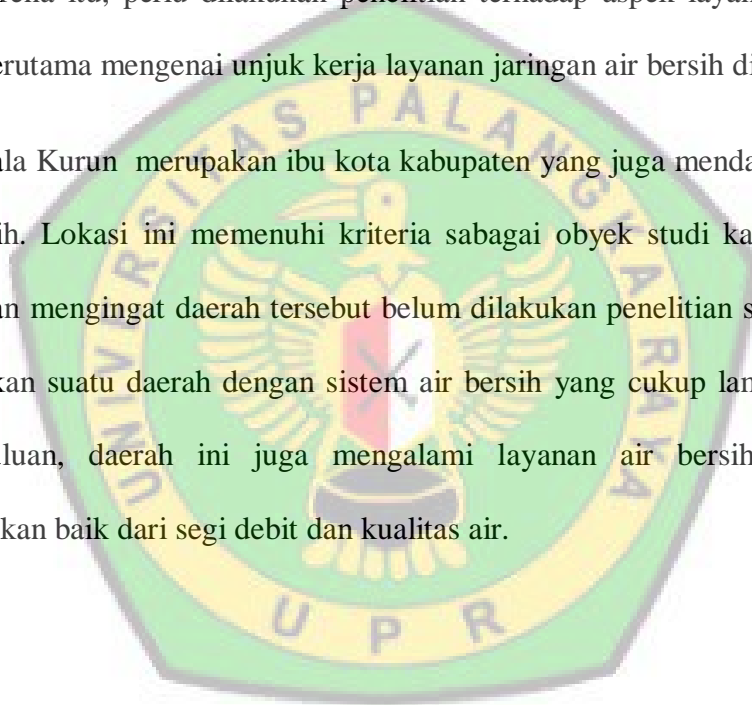
dimaksudkan agar para pengguna dapat mempergunakan air bersih secara efisien sehingga tidak terjadi pemborosan serta memperhatikan kuantitas dan kualitas air.

PDAM “TIRTA BAHALAP” Kabupaten Gunung Mas pada awalnya merupakan bagian dari PDAM Kabupaten Kapuas sebelum pemekaran. Pada tahun 1990 ada beberapa unit PDAM yang beroperasi untuk wilayah Kahayan dan Rungan yang setelah pemekaran menjadi wilayah Kabupaten Gunung Mas yaitu Unit IKK Tewah, PDAM unit IKK Sepang, dan unit IKK Tumbang Jutuh dan pada tahun 1993 dimulainya PDAM Kuala Kurun. Untuk seluruh operasionalnya pada tahun 2003 dan memiliki dua Instalasi Pengolah Air (IPA) dengan kapasitas alat pada IPA I 5 liter per detik dan 10 liter per detik pada IPA II dengan kapasitas alat 25 liter per detik. Pada penelitian ini kapasitas alat yang digunakan adalah 10 liter per detik atau IPA I, karena IPA I merupakan IPA yang utama dalam mendistribusikan air ke pelanggan terutama wilayah lama atau daerah yang mayoritas pelanggan PDAM, dalam operasinya IPA I dibantu oleh IPA II. PDAM “TIRTA BAHALAP” mempunyai kantor pusat di Jalan Singa Runjanz no 72 Kuala Kurun. **(PDAM, Kuala Kurun)**

Pelayanan jaringan air bersih PDAM Kuala Kurun terhadap pelanggan masih kurang mendapat perhatian yang layak dari pihak pengelola. Hal ini tercermin adanya keluhan dari pelanggan terhadap mutu layanan air bersih. Hal yang sering dikeluhkan meliputi debit aliran kecil sewaktu-waktu (tidak mencukupi), aliran yang tidak merata di beberapa wilayah dan kualitas air yang tidak baik dan mengalami kekeruhan sewaktu-waktu.

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan berdasarkan atas pemikiran bahwa sistem pengoperasian jaringan air bersih di Kuala Kurun belum menghasilkan tingkat layanan yang diharapkan. Kurang optimalnya pelayanan air bersih dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain faktor topografi, penyebaran konsumen, ketersediaan air, kebijakan pengoperasian, unjuk kerja (*performance*) atau tingkat layanan yang diharapkan serta pengembangan jaringan (*extension*). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian terhadap aspek layanan jaringan air bersih terutama mengenai unjuk kerja layanan jaringan air bersih di lapangan.

Kuala Kurun merupakan ibu kota kabupaten yang juga mendapatkan layanan air bersih. Lokasi ini memenuhi kriteria sebagai obyek studi kasus atau lokasi penelitian mengingat daerah tersebut belum dilakukan penelitian sebelumnya dan merupakan suatu daerah dengan sistem air bersih yang cukup lama. Dari survey pendahuluan, daerah ini juga mengalami layanan air bersih yang kurang memuaskan baik dari segi debit dan kualitas air.



1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Berapa jumlah kehilangan air (*Losses*) pada jaringan distribusi PDAM Kuala Kurun ?
2. Bagaimana tingkat pelayanan jaringan PDAM terhadap debit berupa keandalan, kelentingan, kerawanan jaringan distribusi air ?
3. Bagaimana kualitas air bersih PDAM yang didistribusikan ke pelanggan ?

1.3 Batasan Masalah

Agar diperoleh hasil sesuai tujuan penelitian maka tinjauan dibatasi pada :

1. Analisis kehilangan air (*Losses*) pada jaringan distribusi PDAM Kuala Kurun tahun 2015 sampai dengan tahun 2019.
2. Tingkat pelayanan jaringan PDAM terhadap debit berupa keandalan, kelentingan dan kerawanan jaringan distribusi pada lokasi penelitian yaitu distribusi PDAM Kuala Kurun.
3. Kualitas air mengambil sampel dan pengamatan secara fisik di lapangan dengan melakukan pengujian terhadap parameter tertentu.
4. Jenis pelayanan hanya pada golongan rumah tangga A dan B.

1.4 Tujuan Penelitian

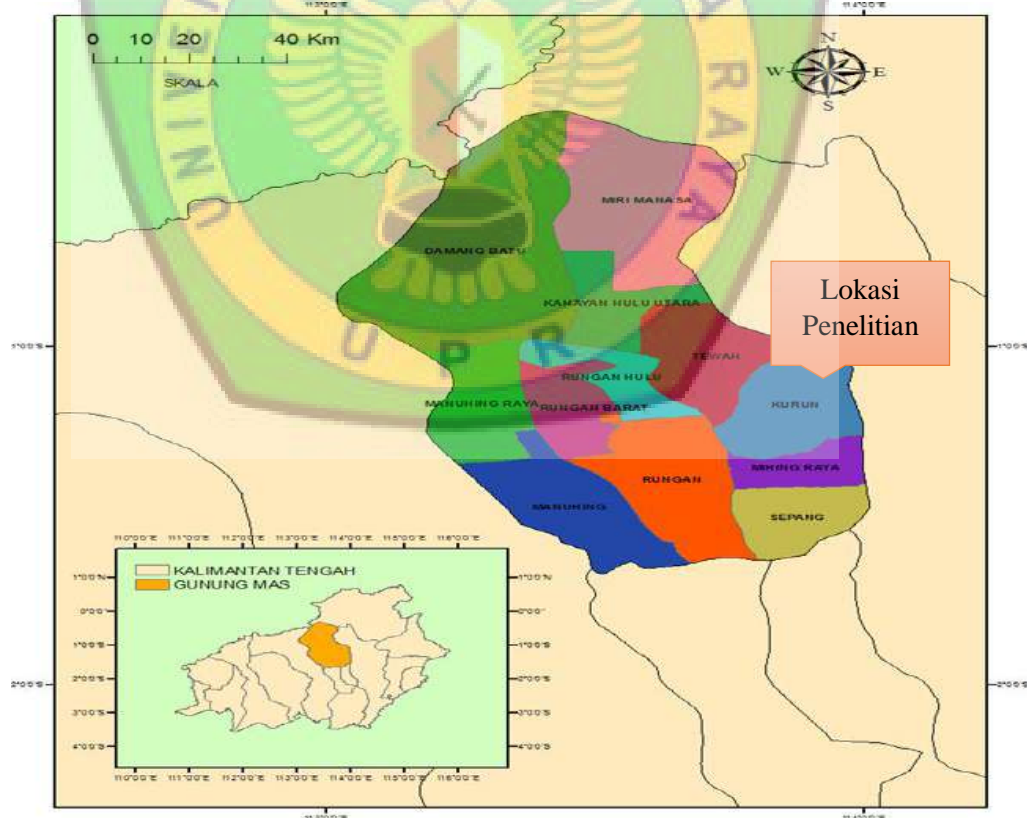
1. Mengetahui jumlah kehilangan air (*Losses*) pada jaringan distribusi PDAM Kuala Kurun.
2. mengetahui tingkat pelayanan jaringan PDAM terhadap debit berupa keandalan, kelentingan, kerawanan jaringan distribusi air di Kuala Kurun.
3. Mengetahui Kualitas air PDAM yang didistribusikan ke pelanggan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan masukan kepada pihak PDAM berupa gambaran umum mengenai unit Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kuala Kurun ditinjau dari tingkat kemampuan layanannya, serta memberikan masukan kepada pihak PDAM Kuala Kurun guna mencegah kebocoran pada jaringan air bersih yang berpengaruh terhadap kemampuan layanan PDAM Kuala Kurun dan kualitas air yang didistribusikan ke pelanggan.

1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian ini berada di Kuala Kurun Kabupaten Gunung Mas Kalimantan Tengah dengan luas wilayah 121 km²



Gambar 1.1 Peta Lokasi Penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Uraian Umum

Air bersih adalah air sehat yang dipergunakan untuk kegiatan manusia dan harus bebas dari kuman-kuman penyebab penyakit, bebas dari bahan-bahan kimia yang dapat mencemari air bersih tersebut. Air merupakan zat yang mutlak bagi setiap makhluk hidup dan kebersihan air adalah syarat utama bagi terjaminnya kesehatan (Dwidjoseputro, 1981). Karena air merupakan suatu larutan yang hampir-hampir bersifat universal, maka zat-zat yang paling alamiah maupun buatan manusia hingga tingkat tertentu terlarut di dalamnya. Dengan demikian air tersebut mengandung zat-zat terlarut dan juga akibat daur hidrologi air juga mengandung berbagai zat lainnya termasuk gas.

Air merupakan salah satu media lingkungan yang harus ditetapkan Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan. Ketentuan Umum Permenkes No. 32 Tahun 2017 Air bersih yang digunakan untuk higiene sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan kualitas air minum. Adapun standar persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air meliputi parameter fisik, kimia dan biologi.

2.2 Sumber Air Bersih

Sumber air PDAM Kuala Kurun diperoleh dari sungai Kahayan yang diolah melalui Instalasi Pengolahan Air (IPA), sumber air ini mempunyai kontribusi paling

besar dalam penyediaan air bersih di Kuala Kurun. Syarat-syarat sumber daya air yang baik sebagai berikut :

1. Sumber air ada sepanjang waktu, artinya walaupun musim kemarau tetap ada.
Sumber air dekat dengan Pengolahan Air dan Jaringan Distribusi.
2. Kualitas air memenuhi standar mutu dari Kementerian Kesehatan.
3. Kondisi air baku yang memenuhi baku mutu untuk air minum.
4. Jumlah air pada sumber air atau sama dengan jumlah air yang dibutuhkan.
5. Rata-rata debit minimum sumber air dalam satu hari lebih besar atau sama dengan rata-rata debit kebutuhan.
6. Debit air dari sumber air yang ada masih memberikan sejumlah air guna kepentingan diluar perencanaan sistem penyediaan air bersih.

Bila dari alternatif sumber air tidak terpenuhi, maka perlu dicari jalan keluar untuk mencari alternatif lain sebagai sumber air. Sehingga kebutuhan air akan terpenuhi.

Sumber-sumber air tersebut dapat berupa (Sutrisno C.T. dan Eni, 1996):

1. Air laut
2. Air atmosfer (air hujan)
3. Air permukaan (air sungai dan air danau/rawa)
4. Air tanah (air tanah dangkal, air tanah dalam, dan mata air)

Adapun klasifikasi mutu air berdasarkan PP No. 82 tahun 2001 ditetapkan menjadi

4 (empat) kelas :

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi air pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi, pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.3 Kebutuhan Air Bersih

Penentuan besarnya kebutuhan air bersih suatu kota tergantung dari aktivitas penduduk, tingkat kehidupan manusia, klimatologi dan lain-lain. Semakin tinggi tingkat kehidupan manusia semakin besar pula kebutuhan akan air bersih, hal ini disebabkan karena semakin banyak aktivitas yang dilakukan manusia.

Kebutuhan air bersih oleh suatu masyarakat bertambah besar dengan kemajuan masyarakat di kota sehingga kebutuhan akan air bersih seringkali dipakai sebagai tolak ukur tinggi rendahnya kemajuan suatu masyarakat.

Untuk menghitung kekurangan kebutuhan air bersih yang dapat diberikan oleh Instalasi Pengolahan Air Konvensional PDAM Kuala Kurun, maka total kebutuhan air bersih seluruhnya dikurangi dengan air bersih yang dapat di produksi oleh Instalasi Pengolahan Air (IPA).

2.3.1 Kebutuhan Air untuk Golongan Pelanggan

1. Golongan I : Sosial

a. Sosial Umum

1. Hidran Umum
2. Kamar mandi umum
3. W.C umum

b. Sosial Khusus

1. Puskesmas
2. Klinik Pemerintah
3. Rumah sakit pemerintah
4. Rumah ibadah

2. Golongan II : Non Niaga

Layanan kebutuhan air bersih untuk non niaga didasarkan atas :

a. Rumah Tangga A

Tempat tinggal yang tidak dipakai untuk usaha, dan atau nilai berdasarkan luas bangunan rumah tempat tinggal dibawah type 36 dan dinilai dari harga bangunan, lokasi tempat tinggalnya.

b. Rumah Tangga B

Selain rumah tinggal, didalam rumah tangga tersebut ada sesuatu usaha untuk mendapatkan keuntungan, dan atau dinilai berdasarkan luas bangunan rumah tempat tinggal diatas type 36 s/d type 72 dan dinilai dari harga bangunan, lokasi tempat tinggalnya.

c. Rumah Tangga C

Rumah tempat tinggal yang tergolong besar, dan atau dinilai berdasarkan luas bangunan rumah tempat tinggal diatas type 72 dan dinilai dari harga bangunan, lokasi tempat tinggalnya.

d. Instansi Pemerintah

1. Sarana instansi pemerintah
2. Lembaga pemerintah lainnya
3. Kolam renang milik pemerintah
4. Kantor pemerintahan
5. Tempat tinggal atas nama pemerintah/negara
6. Rumah jabatan/rumah dinas, yang ditempati pejabat pemerintah atau negara.

3. Golongan III : Niaga

Layanan Kebutuhan air bersih untuk niaga didasarkan atas :

a. Niaga Kecil

1. Warung, toko, rumah makan
2. Usaha dagang skala menengah
3. Wartel, bengkel kecil

4. Losmen, penginapan
5. Kantor perusahaan/usaha kecil dan menengah
6. Klinik Swasta, tempat praktek dokter swasta

b. Niaga Besar

1. Kolam renang umum swasta
2. Hotel, restoran
3. Bengkel besar
4. Pompa bensin
5. Gedung bioskop, diskotik, club hiburan besar.
6. Kantor perusahaan besar
7. Perseroan dan usaha-usaha skala besar lainnya.

4. Golongan IV : Industri

a. Industri Kecil

1. Kerajinan tangan
2. Kerajinan rumah tangga
3. Usaha industri kecil lainnya.
4. Peternakan lainnya

b. Industri besar

1. Pabrik besar
2. Perusahaan besar
3. Kolam renang umum.

5. Golongan V : Khusus

- a. Pelabuhan laut
- b. Pelabuhan sungai
- c. Pelabuhan udara

2.4 Standar Kebutuhan Air Bersih

Standar kebutuhan air bersih suatu kota berbeda-beda, namun demikian beberapa ahli telah mencoba menyusun angka-angka yang dapat dipakai sebagai patokan, sebagaimana tercantum dalam berbagai buku. Angka-angka tersebut tidak

seragam dan sulit untuk menentukan mana yang paling tepat untuk diterapkan. Dibawah ini diperlihatkan standar kebutuhan air bersih untuk kebutuhan domestik dan non domestik.

Tabel 2.1 Kebutuhan Air bersih Rata-Rata

| No | Jenis Pelayanan | Kebutuhan air bersih sehari | Satuan |
|---------------|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1 | Rumah Tangga : | | |
| | a) Sambungan langsung b) Kran Umum | 70 - 250 40 - 60 | 1/org/hr 1/org/hr |
| 2 | Fasilitas Sosial | | |
| | a. Pendidikan | 15 - 30 | 1/org/hr |
| | b. Peribadatan | 0,5 - 1,5 | M3/unit/hr |
| | c. Perkantoran | 25 - 40 | 1/org/hr |
| | d. Kesehatan | | |
| o Rumah sakit | 220 - 300 | 1/tt/hr | |
| o Puskesmas | 1,0 - 2,0 | M3/unit/hr | |
| 3 | Fasilitas Komersial | | |
| | a. Pasar | 10 - 15 | M3/unit/hr |
| | b. Toko | 0,5 - 1,0 | M3/unit/hr |
| | c. Industry | 1,0 - 3,0 | M3/unit/hr |
| | d. Bioskop | 10 - 15 | 1/td/hr |
| | e. Hotel | 80 - 120 | 1/tamu/hr |

Sumber : Standar IWWA

Draf Guidelines for design and construction of public

*Water Supply System In Indonesia, Harun et.al, Dep. Teknik
Penyehatan, ITB.*

Petunjuk Singkat Perencanaan bangunan Pengolahan (Dalam Evita,
Teresia, Tahun 1997)

2.5 Kriteria Debit Air Bersih

Berdasarkan kebijakan penggunaan air bersih, maka kebutuhan air pada suatu kota didasarkan pada besarnya jumlah penduduk yang dilayani dikalikan dengan tingkat pelayanan (kebutuhan) per kapita sesuai dengan klasifikasi kategori kota

dengan mempertimbangkan kebutuhan untuk non domestik seperti sosial, komersil, industri, dan sektor lainnya.

Tabel 2.2 Standar Debit Air Bersih

| Kategori Kota | Jumlah Penduduk (Jiwa) | Kebutuhan Air (liter/orang/hari) |
|----------------------|-----------------------------------|---|
| Metropolitan | >1.000.000 | 190 |
| Kota Besar | 500.000 – 1.000.000 | 170 |
| Kota Sedang | 100.000 – 500.000 | 150 |
| Kota Kecil | 20.000 – 100.000 | 130 |
| Ibu Kota Kecamatan | < 20.000 | 100 |

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 1995

Kuala Kurun Kabupaten Gunung Mas dengan jumlah 30.647 jiwa pada tahun 2019 termasuk kategori Kota kecil, sehingga rata-rata kebutuhan air minimum 130 liter/orang/hari.

Untuk menganalisis pelayanan PDAM diasumsikan jumlah rata-rata penghuni oleh PDAM terhadap 1 pelanggan adalah sebanyak 4 orang, sehingga debit minimum yang harus dipenuhi adalah sebesar 15 m³ perbulan inilah yang digunakan sebagai dasar dalam menganalisis tingkat pelayanan jaringan PDAM.

2.6 Metode Distribusi

Agar sistem berjalan dengan baik sesuai dengan rencana, maka harus memperhatikan syarat-syarat sebagai berikut :

1. Selama pengaliran baik dari sumber atau *reservoir* menuju konsumen tetap terjaga kualitas airnya.

2. Tinggi tekanan air cukup untuk bisa dipakai konsumen dan tinggi tekanan air bisa ditahan oleh diameter pipa terkecil serta oleh sistem sambungan yang ada.
3. Jumlah air tersedia cukup atau lebih untuk konsumen baik untuk keperluan domestik, industri maupun keperluan lainnya.
4. Perawatan sistem distribusi mudah dan murah.
5. Selama dilakukan perbaikan tidak mengganggu lalu lintas umum, sehingga penempatan pipa tidak dibawah perkerasan tetapi terletak pada kanan atau kiri jalan.

2.6.1 Sistem Gravitasi

Sistem gravitasi lebih menguntungkan dibanding dengan sistem pemompaan karena sistem tersebut lebih ekonomis, sehingga akan memberikan biaya produksi air yang rendah.

Sistem ini membutuhkan perlengkapan *valve* yang baik pada jaringan, karena apabila sistem ini mengalami kerusakan, maka harus dilakukan penutupan atau isolasi dengan sistem *valve* yang baik. Apabila terjadi kelebihan tekanan yang terlalu besar pada suatu daerah pelayanan maka dipasang *Pressure Reducing Valve* pada daerah hulunya. Sistem gravitasi ini digunakan untuk mendistribusikan air bersih kepada pelanggan melalui pipa-pipa distribusi. Sistem ini digunakan karena pengaruh perbedaan topografi (ketinggian tempat) dan keadaan ketinggian yang berbeda sehingga memudahkan distribusi air bersih kepada pelanggan melalui sistem gravitasi dan apabila keadaan topografi relatif datar maka bisa digunakan sistem gravitasi melalui *reservoir* yang lebih tinggi.

2.6.2. Sistem Pemompaan Langsung

Dengan sistem pemompaan langsung, jumlah air dapat dengan *flexible* diatur mengikuti perubahan kebutuhan pada daerah distribusi. Karena sistem ini sangat peka terhadap gangguan tenaga listrik, maka biasanya pada sistem ini dilengkapi dengan *Back Up Power Generating* (sistem dengan tenaga generator).

7.1 Perlengkapan Pendistribusian Air Bersih

Perlengkapan Pendistribusian air bersih merupakan sarana pendukung untuk mengeksplorasikan dan mengolah air baku menjadi air bersih dan kemudian didistribusikan kepada pelanggan. Perlengkapan pendistribusian air bersih terdiri dari :

2.7.1 Bangunan Penangkap Air

Perlengkapan dari bangunan penangkap air tergantung dari tipe dan jenis yang dipakai, tetapi pada prinsipnya bangunan penangkap air dapat berfungsi sebagai penyadap bahan baku dengan suatu konstruksi tertentu sehingga dapat mengatur air yang akan disadap dengan jalan mengatur pintu bukaan/lubang sesuai dengan yang dikehendaki (Sutrisno C.T. dan Eni, 1996)

2.7.2 Saluran Pembawa

Saluran pembawa adalah saluran yang berfungsi untuk membawa air dari sumber air baku ke bangunan penjernihan. Adapun saluran pembawa ditinjau dari konstruksinya, terdiri dari tiga tipe (Triadmojo N. dan Haryanto, 2001) yaitu :

1. Saluran pembawa tipe tertutup
2. Saluran pembawa tipe terbuka
3. Saluran pembawa tipe sebagian terbuka dan sebagian tertutup

Pada saluran pengolahan air bersih PDAM Kuala Kurun menggunakan saluran pembawa tipe tertutup.

2.7.3 Penjernihan

Perlengkapan proses penjernihan tergantung dari kualitas air baku yang diolah pada pengolahan lengkap atau *complete Treatment Process* maka air akan mengalami pengolahan lengkap baik secara fisik, kimiawi, dan bakteriologis. Pengolahan lengkap ini dibagi dalam 3 tingkatan pengolahan (Sutrisno C.T. dan Eni, 1996) Yaitu:

1. Pengolahan fisik, yaitu suatu tingkat pengolahan yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan kotoran-kotoran yang kasar, penyisihan lumpur dan pasir, serta mengurangi zat-zat organik yang ada didalam air yang diolah.
2. Pengolahan Kimia, yaitu suatu tingkat pengolahan dengan menggunakan zat-zat kimia untuk membantu proses pengolahan selanjutnya. Misalnya : dengan pembubuhan kapur dalam proses pelunakan dan sebagainya.
3. Pengolahan Bakteriologis, yaitu suatu tingkat pengolahan untuk membunuh atau memusnahkan bakteri-bakteri yang terkandung dalam air bersih yakni dengan cara membubuhkan kaporit (zat desinfektan).

2.7.4 Jaringan Transmisi

Jaringan Transmisi berfungsi untuk membawa atau menyalurkan air bersih dari bangunan penjernihan atau pengolahan air untuk diteruskan pada jaringan distribusi.

2.7.5 Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi adalah suatu jaringan perpipaan yang berfungsi untuk mengalirkan air dari unit akhir transmisi (*reservoir*) menuju daerah pelayanan.

2.8 Jumlah Pemakaian Air Bersih

Langkah dalam suatu perencanaan penyediaan air bersih adalah memperkirakan jumlah kebutuhan air. Sulit untuk mendapatkan suatu angka pasti pemakaian air pada suatu daerah karena banyak faktor yang mempengaruhinya. Pendekatan yang dilakukan adalah memperhitungkan rata-rata pemakaian setiap orang perhari, memperkirakan jumlah penduduk pada jangka waktu tertentu dan umur rencana jaringan.

2.9 Ketersediaan Air Pengolahan PDAM Kuala Kurun

Ketersediaan air bersih untuk pengolahan PDAM Kuala Kurun saat ini berasal dari sungai Kahayan yang kemudian diolah oleh instalasi Pengolahan Air milik PDAM. Pendistribusian air bersih pada PDAM Kuala Kurun menggunakan metode distribusi sistem pompa dan sistem gravitasi.

2.10 Analisis

2.10.1 Analisis Kehilangan Air (*Losses*)

Analisis besarnya jumlah kehilangan air yang dialami oleh pihak PDAM secara makro adalah kehilangan air (*Losses*) untuk seluruh wilayah PDAM Kuala Kurun.

Jumlah air yang diterima oleh konsumen dihitung secara keseluruhan dan jumlah air distribusi air dihitung dari Instalasi Pengolahan Air (IPA).

Perhitungan jumlah kehilangan air (*Losses*) dihitung dengan rumus perhitungannya yaitu :

$$= \frac{\text{distribusi-penggunaan}}{\text{distribusi}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Jumlah kehilangan air dihitung setiap tahun, yaitu jumlah distribusi air bagi pelanggan dalam satu tahun dikurangi jumlah pemakaian air yang diterima pelanggan dalam satu tahun, dimana dalam satu tahun tersebut merupakan jumlah distribusi PDAM dan penerimaan air yang sampai pada pelanggan perbulannya.

2.10.2 Analisis Kemampuan Layanan PDAM Secara Makro

Kemampuan layanan PDAM Kuala Kurun secara makro adalah kemampuan layanan secara keseluruhan, yang berarti data diambil dari seluruh pelanggan PDAM.

Kemampuan layanan PDAM Kuala Kurun dikelompokkan menjadi 2 (Triadmodjo N dan Haryanto, 2001), yaitu :

1. Kemampuan Layanan Terhadap Pelanggan

Kemampuan layanan PDAM Kota Kuala Kurun terhadap pelanggan yaitu untuk mengetahui tingkat kemampuan layanan PDAM Kuala Kurun terhadap kebutuhan air bersih dari pelanggan, baik itu untuk keperluan domestik maupun non domestik. Hal ini dapat diketahui dengan membandingkan total air bersih dari seluruh pelanggannya dengan kemampuan produksi PDAM.

Kemampuan layanan PDAM terhadap pelanggan :

$$= \frac{\text{kapasitas produksi alat PDAM}}{\text{Total Kebutuhan Air Seluruh Pelanggan}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

2. Kemampuan Layanan PDAM Terhadap Penduduk.

Kemampuan layanan PDAM Kota Kuala Kurun terhadap penduduk yaitu untuk mengetahui tingkat kemampuan layanan PDAM Kuala Kurun terhadap kebutuhan air bersih dari seluruh penduduk, baik itu untuk keperluan domestik maupun non domestik. Hal ini dapat diketahui dengan membandingkan total air bersih dari seluruh penduduknya dengan kemampuan produksi PDAM.

Kemampuan layanan PDAM terhadap penduduk :

$$= \frac{\text{kapasitas produksi alat PDAM}}{\text{Total Kebutuhan Air Seluruh Penduduk}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

2.10.3 Analisis Kemampuan Layanan PDAM secara Mikro

Analisis kemampuan secara mikro adalah kemampuan layanan di wilayah yang lebih kecil yang merupakan bagian dari induknya. Wilayah mikro merupakan bagian dari wilayah makro pelanggan PDAM Kuala Kurun. Kemampuan layanan PDAM ini ditinjau dari pelayanan jaringan dalam memenuhi kebutuhan terhadap debit. Dalam analisis parameter unjuk kerja (*performance*) pengoperasian jaringan pipa dievaluasi berdasarkan nilai rata-rata (*Mean*) dan variasi (*variance*) dari parameter unjuk kerja. Indeks unjuk kerja suatu jaringan distribusi dinilai dari tingkat keandalan (*Reability*), tingkat kerawanan (*Vulnerability*), dan tingkat kelentingan (*Resiliency*) (Suharyanto dan Pranoto, 1999).

Jaringan Distribusi dikatakan handal jika mempunyai tingkat keandalan (*Reability*) yang dapat memenuhi 95% kebutuhan pelanggan (Suharyanto dan Pranoto, 1999). Hal tersebut lebih ditekankan pada presentase rata-rata kemampuan jaringan pipa dalam memenuhi kebutuhan pelanggan untuk mengkonsumsi air

PDAM sebesar 15 m³/bulan/pelanggan dari konfigurasi kegagalan, dapat diketahui pula tingkat kerawanan dan tingkat kelentingan suatu pengoperasian jaringan distribusi. Perubahan konfigurasi jaringan dan kebijakan pengoperasian jaringan akan menyebabkan variasi pada parameter unjuk kerja pengoperasian. Berikut adalah rumus perhitungan :

1. Keandalan (*Reability*)

Keandalan menunjukkan atau mengukur kemampuan jaringan pipa untuk memenuhi fungsinya yaitu memenuhi kebutuhan. Secara sistematis, definisi keandalan dapat di terangkan sebagai berikut, misalnya didefinisikan suatu variable Z_t yang nilainya ditentukan dengan persamaan:

$$Z_t = 1 \text{ Untuk } R_t \geq D_t \dots\dots\dots(2.4)$$

Dan

$$Z_t = 0 \text{ untuk } R_t < D_t \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

$Z_t = Indicator$ atau *Counter* untuk menghitung kejadian dimana $R_t \geq D_t$

$R_t = Debit$ layanan dari jaringan pipa pada periode t (m³/bulan)

$D_t = Kebutuhan$ minimum air pada periode t (dalam hal ini pelepasan minimum yang dijamin oleh PDAM adalah 15 m³/bulan/pelanggan)

Perlu diperhatikan bahwa kegagalan di tafsirkan jika $R_t < D_t$ dalam jangka Panjang, untuk keandalan (α) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\alpha = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{n} \right) \sum_{t=1}^n Z_t \dots\dots\dots(2.6)$$

keterangan :

α = Unjuk kerja keandalan dalam jangka panjang

n = Lama atau jangka panjang waktu pengoperasian (bulan)

Z_t = *Indicator* atau *counter* untuk menghitung kejadian dimana $R_t \geq D_t$

Perlu diperhatikan pula bahwa nilai $\sum_{t=1}^n Z_t$ merupakan jumlah total pada saat jaringan pipa mampu memenuhi kebutuhannya. Oleh karenanya, jumlah total waktu dimana jaringan pipa gagal adalah $\sum_{t=1}^n (1 - Z_t)$.

2. Kelentingan (*Resiliency*)

Untuk kerja kelentingan (*Resiliency*) menunjukkan atau mengukur kemampuan jaringan pipa untuk kembali ke keadaan tidak gagal atau ke keadaan memuaskan (*Satisfactory*) dari keadaan gagal (*Fail*). Semakin cepat jaringan pipa kembali ke keadaan memuaskan maka konsekuensi dari akibat kegagalan tersebut akan semakin kecil. Sehingga perlu diketahui jaringan pipa mengalami masa transisi dari keadaan gagal (*fail*) menjadi keadaan memuaskan (*Satisfactory*) atau sebaliknya dari keadaan memuaskan ke keadaan gagal. Definisi kegagalan diatas, untuk keperluan menghitung masa transisi dari keadaan gagal menjadi keadaan memuaskan ini dapat digunakan variable W_t yang dapat didefinisikan dengan persamaan :

$$W_t = 1 \text{ jika } (R_t \geq D_t \text{ dan } R_{t-1} < D_{t-1}) \dots\dots\dots(2.7)$$

Dan

$$W_t = 0 \text{ (Otherwise)} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

W_t = Masa transisi jaringan pipa dari keadaan gagal menjadi keadaan

memuaskan

R_{t-1} = Debit layanan dari jaringan pipa pada periode t-1 (m^3 /bulan)

D_{t-1} = Kebutuhan air minum yang diharapkan pada periode t-1 (dalam hal ini kebutuhan minimum yang dijamin oleh PDAM adalah 15 bulan/ m^3 /pelanggan)

D_t = Kebutuhan air minum pada periode t (dalam hal ini, pelepasan minimum yang dijamin oleh PDAM adalah 15 m^3 /bulan)

Otherwise = Keadaan pada saat kondisi ($R_t \geq D_t$ dan $R_{t-1} < D_{t-1}$) tidak terpenuhi

Dalam jangka Panjang, nilai rerata W_t , akan menunjukkan jumlah rerata terjadinya masa transisi jaringan pipa dari keadaan gagal menjadi keadaan memuaskan.

Jumlah rerata jangka panjang terjadinya masa transisi dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$P = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{n} \right) \sum_{t=1}^n W_t \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

ρ = Probabilitas (rerata frekuensi) masa jaringan pipa dari keadaan gagal pada bulan yang lalu menjadi keadaan memuaskan pada bulan sekarang

n = Lama atau jangka waktu pengoperasian (bulan)

W_t = Masa transisi jaringan pipa dari keadaan gagal menjadi keadaan memuaskan

Selanjutnya lama (jangka waktu) rerata jaringan pipa berada dalam keadaan gagal secara kontinyu (berurutan) dapat diketahui dari jumlah total waktu rerata jaringan pipa mengalami gagal dibagi dengan rerata terjadinya transisi jaringan

pipa. Oleh karena itu, lamanya jaringan pipa berada dalam keadaan gagal secara berurutan, T_{gagal} adalah :

$$T_{\text{gagal}} = \frac{\sum_{t=1}^n (1-Zt)}{\sum_{t=1}^n Wt} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

T_{gagal} = Lama atau jangka waktu rerata jaringan pipa berada dalam keadaan gagal secara kontinyu/berurutan (bulan)

n = Lama atau jangka panjang waktu pengoperasian (bulan)

Zt = Unjuk kerja keandalan

Wt = Masa transisi jaringan pipa dari keadaan gagal menjadi keadaan memuaskan

Dalam jangka panjang, jangka waktu rerata jaringan pipa berada dalam keadaan gagal secara kontinyu adalah :

$$E [T_{\text{gagal}}] = \frac{1-\alpha}{\rho} \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan :

$E [T_{\text{gagal}}]$ = Lama atau jangka waktu rerata jaringan pipa berada dalam keadaan gagal secara kontinyu/ berurutan dalam jangka panjang (waktu)

E = Merupakan operator “*Expected*”

$[T_{\text{gagal}}]$ = Lama atau jangka waktu rerata jaringan pipa berada didalam gagal secara kontinyu/berurutan (bulan)

α = Unjuk kerja keandalan dalam jangka panjang

ρ = Probabilitas (rerata frekuensi) masa jaringan pipa dari keadaan gagal

pada bulan yang lalu menjadi keadaan memuaskan pada sekarang.

Perlu diketahui bahwa $1-\alpha$ adalah unjuk kerja jaringan pipa berada didalam keadaan gagal dalam jangka panjang.

Operator 'E' merupakan "*Expected*" indikator unjuk kerja kelentingan (*Resiliency*) didefinisikan sebagai nilai invers pada jangka rerata jaringan pipa berada dalam keadaan gagal.

Semakin lama jangka waktu rerata jaringan pipa berada dalam keadaan gagal, maka unjuk kerja kelentingan akan semakin kecil atau dengan kata lain jaringan pipa akan memerlukan waktu yang relatif lebih lama untuk "*recovery*".

$$\gamma = \frac{1}{E [T_{gagal}]} = \frac{\rho}{1-\alpha} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

γ = Unjuk kerja kelentingan

E = Merupakan operator "*expected*"

α = Unjuk kerja keandalan dalam jangka panjang.

ρ = Probabilitas (rerata frekuensi) masa jaringan pipa dari keadaan gagal

pada bulan yang lalu menjadi keadaan memuaskan pada bulan sekarang.

3. Kerawanan (*vulnerability*)

Apabila terjadi kegagalan, unjuk kerja kerawanan menunjukkan atau mengukur seberapa besar atau rawan suatu kegagalan yang terjadi. Untuk mengukur tingkat kerawanan ini digunakan variable (*deficit*), DEF, yang di definisikan sebagai berikut :

$$DEF_t = 1 \text{ untuk } D_t - R_t, \text{ jika } D_t \leq R_t \dots\dots\dots(2.13)$$

$$DEF_t = 0 \text{ untuk } Dt - Rt, \text{ jika } Dt \leq Rt \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan :

DEF_t = Kekurangan/*deficit* pada periode t (m^3 /bulan)

Dt = Kebutuhan air minum pada periode t (dalam hal ini, pelepasan minimum yang dijamin PDAM adalah $15 m^3$ /bulan)

Rt = Debit layanan dari jaringan pipa pada periode t (m^3 /bulan).

Unjuk kerja kerawanan dapat di definisikan dengan berbagai penafsiran, di antaranya adalah :

a. Nilai Maksimum “*deficit*”

$$V1 = \max_t (DEF_t) \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

$V1$ = Nilai maksimum “*deficit*” (m^3 /bulan)

DEF_t = Kekurangan/ *deficit* pada periode t (m^3 /bulan)

b. Nilai Maksimum “*deficit-ratio*”

$$V2 = \max_t \left[\frac{DEF_t}{Dt} \right] \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan :

$V2$ = Nilai maksimum “*deficit*” (m^3 /bulan)

DEF_t = Kekurangan/ *deficit* pada periode t (m^3 /bulan)

DT = Kebutuhan air minum pada periode t (dalam hal ini, pelepasan minimum yang dijamin oleh PDAM adalah $15 m^3$ /bulan)

c. Nilai rerata “*deficit-ratio*”

$$V3 = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{DEF}{DT}}{\sum_{t=1}^n \frac{Wt}{DT}} \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan :

V_3 = Nilai rerata “*deficit-ratio*”

n = Lama atau jangka panjang waktu pengoperasian (bulan)

DEft = Kekurangan/*deficit* pada periode t (m^3 /bulan)

Dt = Kebutuhan air minum pada periode t (dalam hal ini, pelepasan minimum yang dijamin PDAM adalah $15 m^3$ /bulan)

Wt = Massa transisi jaringan pipa dari keadaan gagal menjadi keadaan memuaskan

2.11 Standar Kualitas Air Bersih

Kualitas air di definisikan sebagai kadar parameter air yang dianalisis secara teliti sehingga menunjukkan mutu dan karakteristik air. Mutu dan karakteristik ini ditentukan oleh jenis dan sifat-sifat bahan yang tergantung didalamnya. Bahan-bahan tersebut baik yang padat, cair, maupun gas, terlarut maupun yang tak terlarut secara alamiah mungkin sudah terdapat dalam air dan diperoleh selama air mengalami siklus hidrologi. Dengan demikian mutu dan karakteristik air ditentukan oleh kondisi lingkungan dimana air berada. Aktivitas manusia dalam memanfaatkan sumber daya alam dan lingkungan sering juga menimbulkan bahan-bahan sisa atau bahan-bahan buangan yang mempunyai kecenderungan pada peningkatan jumlah dan kandungan bahan-bahan didalam air. Bahan-bahan ini apabila tidak ditangani secara baik dapat menimbulkan permasalahan pencemaran, lebih-lebih apabila lingkungan tidak mempunyai daya dukung yang cukup untuk menetralsir atau mengurangi bahan pencemar.

Ditinjau dari segi kualitas, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi, diantaranya kualitas fisik yang terdiri atas bau, warna dan rasa, kualitas kimia yang

terdiri dari pH, kesadahan dan sebagainya serta kualitas biologi dimana air terbebas dari mikroorganisme penyebab penyakit.

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. 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. Dengan demikian dikenal beberapa standar air minum, antara lain :

1. *American Drinking Water Standard*
2. *British Drinking water standard*
3. *W.H.O. Drinking Water Standard*

Standar kualitas air bersih bagi negara Indonesia terdapat dalam peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 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, sedangkan Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah dalam hal ini Direktorat Jenderal Tata Perkotaan dan Tata Perdesaan hanya mengkoordinasikan masalah teknis konstruksi pengolahan air dan jaringan saja.

2.12 Syarat- Syarat Air Bersih

Menurut peraturan Menteri Republik Indonesia Nomor : 32 Tahun 2017 Air bersih yang digunakan untuk higiene sanitasi adalah air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan kualitas air minum. Ada beberapa persyaratan yang perlu diketahui mengenai kualitas air tersebut baik secara fisik, kimia dan juga mikrobiologi.

1. Persyaratan Fisik

Dalam standar persyaratan fisik air bersih tampak adanya lima unsur persyaratan meliputi : suhu, warna, bau, rasa, dan kekeruhan. Dalam tinjauan berikut ini akan di peroleh pengertian lebih jauh tentang unsur-unsur tersebut, khususnya dalam hubungannya dengan dicantumkannya unsur-unsur tersebut dalam standar persyaratan kualitas.

a. Suhu

Temperatur dari air akan mempengaruhi penerimaan (*acceptance*) masyarakat akan air tersebut dan dapat mempengaruhi pula reaksi kimia dalam pengelolaan, terutama apabila temperatur tersebut sangat tinggi. Temperatur yang diinginkan adalah 50°F - 60°F atau 10°C - 15°C, tetapi iklim setempat, kedalaman pipa-pipa saluran air, dan jenis dari sumber-sumber air akan mempengaruhi temperatur ini. Disamping itu, temperatur pada air mempengaruhi secara langsung toksisitas banyak bahan kimia pencemar, pertumbuhan mikroorganisme dan virus.

Secara umum, kelarutan bahan-bahan padat dalam air akan meningkat meskipun ada beberapa pengecualian pengaruh temperatur pada kelarutan terutama tergantung pada efek panas secara keseluruhan pada larutan tersebut kalau panas

larutan itu adalah *endothermis*, maka larutan meningkat dengan meningkatnya temperatur. Kalau panas dari larutan *exithermis*, kelarutan akan menurun dengan naiknya temperatur, dan apabila perubahan panasnya kecil, kelarutan sangat kecil dipengaruhi oleh perubahan temperatur.

Tidak semua standar persyaratan kualitas air minum mencantumkan suhu sebagai salah satu unsur standar. Meskipun demikian uraian tersebut diatas dapat memberikan gambaran alasan mengapa suhu dimasukkan sebagai salah satu standar persyaratan, yakni dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Menjaga penerimaan masyarakat terhadap air minum yang dibutuhkan.
2. Menjaga derajat toksisitas dan kelarutan bahan- bahan pollutant yang mungkin terdapat dalam air, serendah mungkin.
3. Menjaga adanya temperatur air yang sedapat mungkin tidak menguntungkan bagi pertumbuhan mikroorganisme dan virus dalam air.

b. Warna

Air bersih sebaiknya tidak berwarna untuk alasan estetika dan untuk mencegah keracunan dari berbagai zat kimia maupun mikroorganisme yang berwarna. Warna dapat menghambat penetrasi cahaya kedalam air. Warna dalam air disebabkan oleh adanya partikel hasil pembusukan bahan organik, ion-ion metal alam (besi dan mangan), plankton, humus, buangan industri, dan tanaman air.

Hal ini dapat disimpulkan dari tinjauan tentang unsur warna sebagai salah satu standar persyaratan kualitas air adalah bahwa, unsur tersebut dicantumkan dalam standar persyaratan, hal ini mengingat bahwa :

1. Air yang berwarna dalam tingkatan tertentu akan mengurangi segi estetika, dan tidak diterima oleh masyarakat.
2. Tidak diterimanya air minum yang berasal dari penyediaan air untuk minum, akan menimbulkan kekhawatiran bahwa masyarakat akan mencari sumber lainnya yang mungkin kurang “safe”.
3. Dengan ditetapkan standar warna sebagai salah satu persyaratan kualitas, diharapkan agar semua air yang akan diberikan oleh masyarakat akan dapat langsung diterima oleh masyarakat.

c. Bau dan Rasa

Seperti halnya pada unsur warna, adanya bau dan rasa pada air akan mengurangi penerimaan masyarakat terhadap air tersebut. Bau dan rasa biasanya terjadi bersama-sama dan biasanya disebabkan oleh adanya bahan-bahan organik yang membusuk, tipe-tipe tertentu organisme mikroskopik, serta senyawa kimia seperti phenol. Bahan-bahan yang menyebabkan bau dan rasa ini berasal dari berbagai sumber. Standar persyaratan air yang menyangkut bau dan rasa ini baik yang ditetapkan oleh WHO maupun *U.S Publik Health Service* menyatakan bahwa dalam air tidak boleh terdapat bau dan rasa yang tidak di inginkan.

d. Kekeruhan

Air dikatakan keruh, apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna/rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi : tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik yang tersebar secara baik dan partikel-partikel kecil yang

tersuspensi lainnya. Nilai numerik yang menunjukkan kekeruhan didasarkan pada turut campurnya bahan-bahan tersuspensi pada jalannya sinar melalui sampel.

Nilai ini secara tidak langsung menunjukkan banyaknya bahan tersuspensi, tetapi ia menunjukkan kemungkinan penerimaan konsumen terhadap air tersebut. Untuk membuat air memuaskan untuk penggunaan rumah tangga, usaha penghilangan secara hampir sempurna bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan, adalah penting.

Kekeruhan pada air merupakan satu hal yang harus dipertimbangkan dalam penyediaan air bagi umum, mengingat bahwa kekeruhan tersebut akan mengurangi segi estetika, menyulitkan dalam usaha penyaringan, dan akan mengurangi efektivitas usaha desinfeksi.

Dari tinjauan tentang standar kualitas fisik ini, secara umum dapat disimpulkan bahwa :

1. Penyimpangan terhadap standar yang telah ditetapkan akan mengurangi penerimaan masyarakat terhadap air tersebut, yang selanjutnya dapat mendorong masyarakat untuk mencari sumber lain yang kemungkinan tidak "safe".
2. Terdapatnya suhu, intensitas bau, rasa dan kekeruhan yang melebihi standar yang ditetapkan, dapat menimbulkan terkandungnya bahan-bahan kimia yang dapat mengakibatkan efek toksis terhadap manusia.

e. Jumlah Zat Padat Terlarut

Adalah bahan yang tertinggal sebagai residu pada penguapan dan pengeringan pada suhu 103°-105°, dalam *portable water* kebanyakan bahan bakar terdapat

dalam bentuk terlarut. Kandungan total *solids* pada *portable water* biasanya berkisar antara 20 sampai dengan 1000 mg/ltr dan sebagai salah satu pedoman kekerasan dari air akan meningkatnya total *solids* disamping itu pada semua bahan cair jumlah koloit yang tidak terlarut dan bahan yang tersuspensi akan meningkat sesuai derajat dari pencemaran (Sutrisno, 1991:33).

Zat padat selalu terdapat dalam air dan jika terlalu banyak tidak baik untuk diminum, banyaknya zat padat yang di isyaratkan untuk air minum adalah kurang dari 500 mg/ltr. pengaruh yang menyangkut aspek kesehatan dari pada penyimpangan kualitas air minum dalam hal total solids ini yaitu bahwa air akan memberikan rasa tidak nyaman di lidah dan rasa mual.

Tabel 2.3 Syarat Syarat Fisik

| Persyaratan | Kadar (bilangan) yang disyaratkan | Kadar (bilangan) yang tak boleh dilampaui |
|---------------------|--|--|
| Keasaman sebagai PK | 7,0 – 8,5 | Dibawah 6,5 dan diatas 9,5 |
| bahan-bahan padat | Tak melebihi 50 mg/l | Tak melebihi 1.500 mg/l |
| warna (skala PtCO) | Tak melebihi | Tak melebihi 50 kesatuan |
| Rasa | kesatuan | |
| Bau | Tak mengganggu | |
| | Tak mengganggu | |

Sumber : W.H.O dalam C. Totok Sutrisno, dkk (1987)

2. Persyaratan Kimia

Persyaratan kimia menjadi penting karena banyak sekali kandungan kimiawi air yang memberi akibat buruk pada kesehatan karena tidak sesuai dengan proses biokimiawi tubuh. Adapun tinjauan secara rinci terhadap setiap kandungan atau unsur yang tercantum dalam standar persyaratan kualitas air dibawah ini akan

memberikan gambaran yang sedikit jelas tentang sifat pengaruh unsur-unsur tersebut dalam air, sumber dari unsur-unsur dan akibat yang dapat ditimbulkan apabila konsentrasi adanya unsur-unsur tersebut dalam air melebihi standar yang telah ditetapkan.

a. Derajat Keasaman (pH)

pH merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan. Ia merupakan juga satu cara untuk menyatakan konsentrasi ion H^+ . dalam penyediaan air, pH merupakan satu faktor yang harus dipertimbangkan mengingat bahwa derajat keasaman dari air akan sangat mempengaruhi aktivitas pengolahan yang akan dilakukan, misalnya dalam melakukan koagulasi kimiawi, desinfeksi, pelunakan air (*water softening*) dan dalam pencegahan korosi. Yang sangat penting untuk diketahui yakni bahwa konsentrasi OH^- suatu larutan tak akan dapat diturunkan sampai nol, bagaimanapun asam larutannya, dan bahwa konsentrasi H^+ tak akan dapat diturunkan sampai nol, bagaimanapun basanya larutan.

Pengaruh yang menyangkut aspek kesehatan dari pada penyimpangan standar kualitas air dalam hal pH ini yakni bahwa pH yang lebih kecil dari 6.5 dan lebih besar 9,0 akan dapat menyebabkan korosi pada pipa-pipa air, dan dapat menyebabkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang mengganggu kesehatan.

b. KMnO_4

KMnO_4 yang terdapat di dalam air bisa berasal dari :

1. Alam : minyak tumbuh-tumbuhan, serat minyak-minyak dan lemak hewan, alkohol, *sellulose*, gula, pati dan sebagainya,
2. Sintesa : berbagai persenyawaan dan buah-buahan yang dihasilkan dari proses-proses dalam pabrik.
3. Fermentasi : alkohol, *acetone*, *glycerol*, antibiotik, asam-asam dan sejenisnya yang berasal dari kegiatan mikroorganisme terhadap bahan-bahan organik.

Dengan melihat proses asal terjadinya bahan-bahan organik tersebut dapat diketahui bahwa sumber utama dari bahan-bahan tersebut adalah kegiatan-kegiatan rumah tangga dan proses industri yang berasal dari kegiatan-kegiatan dalam bidang pertanian, peternakan dan pertambangan. Adapun bahan-bahan organik dalam air erat hubungannya dengan terjadinya perubahan sifat fisik dari air terutama dengan timbulnya warna, bau dan rasa dan kekeruhan yang tidak diinginkan. Adanya zat organik dalam air dapat diketahui dengan menentukan angka permanganatnya. Walaupun KMnO_4 sebagai oksidator yang dipakai tidak dapat mengoksidasi semua zat organik yang ada, namun cara ini sangat praktis dan cepat pengerjaannya. Pengaruh terhadap kesehatan yang dapat ditimbulkan oleh penyimpangan terhadap standar ini yaitu timbul bau yang tidak sedap pada air minum, dan dapat menyebabkan sakit perut.

c. CO_2 agresif

CO_2 yang terkandung dalam air berasal dari udara dan dari hasil dekomposisi zat organik. Permukaan air biasanya mengandung CO_2 bebas kurang dari 10 mg/ltr, sedangkan pada dasar air konsentrasinya dapat lebih dari 10 mg/ltr. menurut bentuknya CO_2 dalam air dapat dibedakan dalam :

1. CO_2 bebas yaitu banyaknya CO_2 yang larut dalam air.
2. CO_2 kesetimbangan (*equilibrium*) disebut pula CO_2 bikarbonat yaitu CO_2 yang dalam air setimbang dengan HCO_3^- .
3. CO_2 agresif yaitu CO_2 yang dapat merusak bangunan perpipaan dalam distribusi air minum.

Agresif dalam air dapat ditentukan dengan cara grafis dan analitis. Penyimpangan terhadap standar konsentrasi maksimal CO_2 agresif dalam air, akan menyebabkan terjadinya korosi pada pipa-pipa logam.

d. Kesadahan jumlah (*Total Hardness*)

Kesadahan merupakan sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion (kation) logam valensi dua. Ion-ion semacam itu mampu beraksi dengan sabun membentuk kerak air. Kation-kation penyebab utama dari kesadahan Ca^{++} Mg^{++} Sr^{++} Fe^{++} dan Mn^{++} . Sedangkan anion-anion yang biasa terdapat dalam air adalah HCO_3^- SO_4^{--} Cl^- NO_3^- dan SiO_3^{--} .

Kesadahan dalam air sebagian besar berasal dari kontakannya dengan tanah dan pembentukan batuan. Pada umumnya air sadah berasal dari daerah dimana lapisan tanah atas (*topsoil*) tebal, dan ada pembentukan batu kapur. Air lunak berasal dari daerah dimana lapisan tanah atas tipis, dan pembentukan batu kapur jarang atau tidak ada.

Yang dimaksud dengan kesadahan total adalah kesadahan yang disebabkan oleh adanya ion Ca^{++} dan Mg^{++} secara bersama-sama. Ini disebabkan karena kebanyakan kesadahan dalam air alam adalah disebabkan oleh dua kation tersebut. Ketentuan standar dari Dep. Kes untuk kesadahan pada air minum adalah 5-10° C. Pengaruh

langsung terhadap kesehatan akibat penyimpangan dari standar ini tidak ada, tetapi kesadahan dapat menyebabkan sabun pembersih menjadi tidak efektif kerjanya.

e. Kalsium (Ca)

Kalsium merupakan sebagian dari komponen yang merupakan penyebab dari kesadahan sedangkan efek secara ekonomis maupun terhadap kesehatan yang ditimbulkan dari kesadahan yakni berupa timbulnya lapisan kerak pada ketel-ketel pemanas air, pada perpipaan, dan juga menurunnya efektifitas dari kerja sabun. Selain itu, adanya Kalsium dalam air adalah sangat perlu untuk dapat memenuhi kebutuhan akan unsur tersebut, yang khususnya diperlukan untuk pertumbuhan tulang dan gigi. Oleh karenanya, untuk menghindari efek yang tidak diinginkan akibat dari terlalu rendah atau terlalu tingginya kadar kalsium dalam air minum, ditetapkan standar persyaratan konsentrasi kalsium sebagaimana yang ditetapkan oleh Dep. Kes.R.I sebesar 75-200 mg/ltr. standar yang ditetapkan oleh *WHO inter-regional water study-group* adakah sebesar 75-150 mg/ltr. konsentrasi kalium dalam air minum yang lebih rendah dari 75 mg/ltr dapat menyebabkan penyakit tulang rapuh, sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi dari 200 mg/ltr dapat menyebabkan korosifitas pada pipa-pipa air.

f. Magnesium (Mg)

Seperti halnya kalsium, magnesium juga merupakan bagian dari komponen penyebab kesadahan pada air. Dengan sendirinya efek umum yang dapat ditimbulkan oleh adanya unsur ini dalam air adalah serupa dengan efek umum yang dapat ditimbulkan oleh pengaruh kesadahan. Dalam jumlah kecil Mg dibutuhkan oleh tubuh untuk pertumbuhan tulang, akan tetapi dalam jumlah yang lebih besar 150 mg/ltr dapat menyebabkan rasa mual.

g. Besi (Fe)

Adanya unsur-unsur besi dalam air diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan unsur-unsur tersebut. Zat besi merupakan suatu unsur yang penting dan berguna untuk metabolisme tubuh. Untuk keperluan ini tubuh membutuhkan 7-35 mg unsur tersebut perhari, yang tidak hanya diperoleh dari air. Konsentrasi unsur ini dalam air yang melebihi ± 2 mg/ltr akan menimbulkan noda-noda pada peralatan dan bahan-bahan yang berwarna putih. Adanya unsur ini dapat pula menimbulkan bau dan warna pada air minum dan warna koloid pada air. Selain itu, konsentrasi yang lebih besar dari 1 mg/ltr dapat menyebabkan warna air menjadi kemerah-merahan, memberi rasa yang tidak enak pada minuman, kecuali dapat membentuk endapan pada pipa-pipa logam dan bahan cucian. Dalam jumlah kecil unsur ini diperlukan tubuh untuk pembentukan sel-sel darah merah. Atas dasar pertimbangan tersebut diatas, maka ditetapkan standar konsentrasi maksimum besi dalam air minum oleh Dep. Kes. R.I. sebesar 0,1-1,0 mg/ltr. Dengan dipenuhi standar tersebut oleh air minum, diharapkan berbagai hal yang tidak diinginkan tersebut diatas tidak dapat terjadi.

h. Mangan (Mn)

Endapan MnO^2 akan memberikan noda-noda pada bahan/benda-benda yang berwarna putih. Adanya unsur ini dapat menimbulkan bau dan rasa pada minuman. Disamping itu, konsentrasi 0,05 mg/ltr unsur ini merupakan akhir batas dari usaha penghilangan dari kebanyakan air yang dapat dicapai. Kemungkinan unsur ini merupakan nutrisi yang penting dengan kebutuhan perhari 10 mg yang dapat diperoleh dari makanan. Unsur ini bersifat toksis pada alat pernapasan. Konsentrasi

Mn yang lebih besar dari 0,5 mg/ltr dapat menyebabkan rasa yang aneh pada minuman dan meninggalkan warna coklat-kecoklatan pada pakaian cucian, dan dapat juga menyebabkan kerusakan pada hati. Konsentrasi standar maksimum yang ditetapkan Dep.Kes.R.I untuk Mn ini sebesar 0,05-0,5 mg/ltr 0,05 mg/ltr adalah batas konsentrasi maksimal yang dianjurkan, sedangkan 0,5 mg/ltr merupakan batas konsentrasi maksimal yang diperbolehkan.

i. Tembaga (Cu)

Tembaga merupakan satu unsur yang penting dan berguna untuk metabolisme. Konsentrasi batas dari unsur ini dapat menimbulkan rasa pada air yang bervariasi antara 1-5 mg/ltr. konsentrasi 1 mg/ltr merupakan batas konsentrasi tertinggi untuk mencegah timbulnya rasa yang tidak menyenangkan.

Dalam jumlah kecil Cu diperlukan untuk pembentukan sel-sel darah merah, namun dalam jumlah besar dapat menyebabkan rasa yang tidak enak di lidah, selain dapat menyebabkan kerusakan pada hati. Konsentrasi standar maksimum yang ditetapkan oleh Dep.Kes.R.I untuk Cu ini adalah sebesar 0,05 mg/ltr untuk batas maksimal yang dianjurkan sebesar 1,5 mg/ltr sebagai batas maksimal yang diperbolehkan.

j. Zink (Zn)

Unsur ini penting dan berguna untuk metabolisme, dengan kebutuhan perhari 10-15 mg. pada konsentrasi 675-2280 mg/ltr dapat menyebabkan muntah. Dengan garam-garam seng, akan menjadi susu pada konsentrasi 30 mg/ltr dan menjadi berasa seperti logam pada konsentrasi 40 mg/ltr. batas konsentrasi tertinggi sebagai standar yang akan ditetapkan harus dibawah batas konsentrasi yang dapat menimbulkan rasa.

Dalam jumlah kecil merupakan unsur yang penting untuk metabolisme, karena kekurangan Zn dapat menyebabkan hambatan pada pertumbuhan anak. Dalam jumlah besar unsur ini dapat menimbulkan rasa pahit dan sepat pada air minum.

Konsentrasi standar maksimum yang ditetapkan oleh Dep.Kes.RI untuk Zn ini sebesar 1,0 mg/ltr untuk batas maksimum yang dianjurkan sebesar 15,0 mg/ltr sebagai batas maksimal yang diperbolehkan.

k. Klorida (Cl)

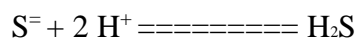
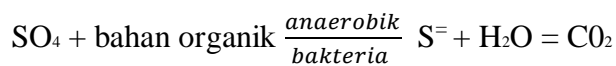
Konsentrasi 250 mg/ltr unsur ini dalam air merupakan batas maksimal konsentrasi yang dapat mengakibatkan timbulnya rasa asin. Konsentrasi klorida dalam air dapat meningkat dengan tiba-tiba dengan adanya kontak dengan air bekas. Kotoran manusia khususnya urine, mengandung klorida dalam jumlah yang kira-kira sama dengan klorida yang dikonsumsi lewat makanan dan air. Jumlah ini rata-rata kira-kira 6 gr klorida perorangan perhari dan menambah jumlah Cl dalam air bekas (*sewage*) kira-kira 15 mg/ltr diatas konsentrasi dalam air yang membawanya, disamping itu banyak air buangan dari industri yang mengandung klorida dalam jumlah yang cukup besar.

Klorida dalam konsentrasi yang layak adalah tidak berbahaya bagi manusia. *US Public Health Service* menyatakan bahwa klorida hendaknya dibatasi sampai 259 mg/ltr dalam air yang akan digunakan untuk umum. Sebelum prosedur pemeriksaan bakteriologis berkembang percobaan kimia untuk klorida dan nitrogen, dalam berbagai bentuk digunakan sebagai dasar dalam pendeteksian kontaminasi air tanah oleh air bekas.

Klorida dalam jumlah kecil dibutuhkan untuk disinfektan. Unsur ini apabila berkaitan dengan ion Na^+ dapat menyebabkan rasa asin, dan dapat merusak pipa-pipa air. Konsentrasi maksimal klorida dalam air yang ditetapkan sebagai standar persyaratan oleh Dep. Kes. R.I. adalah sebesar 200,0 mg/ltr sebagai konsentrasi maksimal yang dianjurkan, dan 600,0 mg/ltr sebagai konsentrasi maksimal yang diperbolehkan.

I. Sulfat (SO_4)

Ion Sulfat adalah salah satu anion yang banyak terjadi pada air alam. Ia merupakan sesuatu yang penting dalam penyediaan air untuk umum karena pengaruh pencucian perut yang bisa terjadi pada manusia apabila ada dalam konsentrasi yang cukup besar. Karena alasan inilah *US Public Health Service Standard* menyatakan satu batas yang tinggi 250 mg/ltr dalam air yang akan digunakan untuk konsumsi manusia. Sulfat merupakan suatu bahan yang harus dipertimbangkan, sebab secara langsung merupakan “penanggung jawab” dalam dua problem yang serius yang sering dihubungkan dengan penanganan dan pengolahan air bekas. Masalah ini berupa masalah bau dan masalah korosi pada perpipaan yang diakibatkan dari reduksi sulfat menjadi hidrogen sulfat dalam kondisi anaerobik, sebagaimana yang ditunjukkan pada persamaan berikut :



H_2SO_4 merupakan asam kuat yang selanjutnya akan dapat beraksi dengan logam-logam yang merupakan bahan dari pipa yang dipergunakan, dan terjadilah

apa yang dinamakan korosi. Masalah bau disebabkan karena terbentuknya H_2S yang merupakan suatu gas yang berbau.

Efek laksatif pada sulfat dapat ditimbulkan pada konsentrasi 600-1000 mg/ltr, apabila Mg^+ dan Na^+ merupakan kation yang bergabung dengan SO_4 . Efek laksatif yang ditimbulkan oleh terbentuknya Na_2SO_4 atau $MgSO_4$ ini adalah berupa timbulnya rasa mual dan ingin muntah. Konsentrasi standar maksimal yang ditetapkan oleh Dep. Kes.R.I. untuk SO_4 dalam air minum adalah sebesar 200-400 mg/ltr.

m. Sulfida (H_2S)

Adalah H_2S maupun $S^{=}$ dalam air bias merupakan lanjutan dari SO_4 dalam air tersebut yang telah direduksi oleh bakteri-bakteri anaerobik. H_2S merupakan gas yang sangat beracun dan berbau busuk, sehingga kehadirannya dalam air akan mempengaruhi penerimaan masyarakat terhadap air tersebut. Selain itu, dalam jumlah besar dapat memperbesar keasaman air sehingga dapat menyebabkan korosifitas pada pipa-pipa logam. Oleh karena sifat-sifat H_2S ini dan pengaruh-pengaruh yang dapat ditimbulkannya apabila ia berada didalam air minum yang telah dikonsumsi manusia, maka dalam standar kualitas air minum ditetapkan bahwa air minum tidak boleh mengandung H_2S ataupun $S^{=}$ tersebut.

n. Fluorida (F)

Terdapatnya fluorida yang berlebihan dalam air minum dapat dikaitkan dengan terjadinya peristiwa pencemaran udara yang diakibatkan oleh penggunaan *Cryolite* (Na_3AlF_6) sebagai pelarut Al_2O_3 dalam cara elektrolitik pada usaha memproduksi aluminium. Fluorida adalah zat yang unik karena adanya konsentrasi tertinggi dan

terendah dalam air minum yang diketahui dapat mengakibatkan efek yang mengganggu maupun yang bermanfaat bagi manusia.

Fluorida dalam jumlah kecil 0,6 mg/ltr air dibutuhkan sebagai pencegahan terhadap *carries* gigi yang paling efektif tanpa merusak kesehatan. Konsentrasi yang lebih besar 1,0 mg/ltr air dapat menyebabkan “*fluorosis*” pada gigi, yaitu terbentuknya noda-noda coklat yang tidak mudah hilang pada gigi. Dalam hubungan inilah maka konsentrasi standar maksimal yang ditetapkan oleh Dep.Kes. untuk fluorida ini adalah sebesar 2,0 mg/ltr, dan standar minimal sebesar 1,0 mg/ltr, untuk daerah tropis angka yang ditetapkan ini perlu direvisi. Standar yang ditetapkan oleh *US Public Health Service* adalah sebesar 1,5 ppm sebagai standar maksimal.

o. Amonia (NH_3^+)

Terdapatnya amonia dalam air erat hubungannya dengan siklus pada N di alam ini. Dengan melihat siklus tersebut dapat diketahui bahwa amonia (NH_4^+) dapat terbentuk dari :

1. Dekomposisi bahan-bahan organik yang mengandung N baik yang berasal dari hewan (misalnya *faeses*) oleh bakteri.
2. *Hydrolisa* urea yang terdapat pada urine hewan.
3. Dekomposisi bahan-bahan organik dari tumbuh-tumbuhan yang mati oleh bakteri.
4. Dari N_2 atmosfer, melalui pengubahan menjadi $\text{N}_2 \text{O}_5$ oleh loncatan listrik di udara, menjadi HNO_3 karena persatuannya dengan air, dan selanjutnya jatuh ditanah oleh hujan. Dengan melalui pembentukannya menjadi protein organik

yang terjadi selanjutnya, dan oleh dekomposisi bakteri akhirnya akan terbentuk amonia.

p. Dari reduksi NO_2^- oleh bakteri.

Dari siklus nitrogen tersebut jelas pula bahwa NH_4^+ bisa terdapat dalam air melalui tanah maupun langsung terjadi pada air, apabila proses dekomposisi oleh bakteri ataupun *hydrolisa* terjadi dalam air.

Amonia merupakan suatu zat yang menimbulkan bau yang sangat tajam dan menusuk hidung. Jadi kehadiran bahan ini dalam air minum adalah menyangkut perubahan fisik daripada air tersebut yang akan mempengaruhi penerimaan masyarakat. Standar kualitas air minum dari Dep.Kes. R.I. tidak memperbolehkan ammonia (NH_4^+) terdapat pada air minum.

q. Nitrat (NO_3^-)

Sebagaimana halnya ammonia, adanya NO_3^- dalam air adalah berkaitan erat dengan siklus nitrogen dalam alam. Dalam siklus tersebut dapat diketahui bahwa nitrat dapat terjadi baik dari N_2 atmosfer maupun dari pupuk-pupuk (*fertilizer*) yang digunakan dan dari oksidasi NO_2^- oleh bakteri dari kelompok Nitrobakteri. Nitrat yang terbentuk dari proses-proses tersebut adalah merupakan pupuk bagi tanam-tanaman. Nitrat yang kelebihan dari yang dibutuhkan oleh kehidupan tanaman terbawa oleh air yang merembes melalui tanah, sebab tanah tidak mempunyai kemampuan untuk menahannya. Ini mengakibatkan terdapatnya konsentrasi nitrat yang relatif tinggi pada air tanah.

Standar konsentrasi maksimum yang diperbolehkan untuk NO_3^- yang ditetapkan Dep.Kes.R.I adalah sebesar 10,0 mg/ltr. menurut standar Internasional WHO, batas

konsentrasi yang diterima adalah 45 mg/ltr, sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh *US Public Health Service*.

r. Nitrit (NO_2^-)

Nitrit dalam alam yang pada akhirnya akan sampai juga ke air, dapat terbentuk baik dari oksidasi amonia (NH_3) oleh bakteri dari Nitrosomonas group dalam kondisi aerobik :



Maupun dari reduksi Nitrat (NO_3^-) oleh proses nitrit, yang lain. Gambaran proses pembentukan nitrit ini dapat dilihat pada siklus nitrogen.

Efek terhadap kesehatan manusia yang dapat ditimbulkan oleh kandungan nitrit ini dalam air adalah serupa dengan apa yang diakibatkan oleh nitrat, yaitu dapat menyebabkan terbentuknya "*methaemoglobine*" yang dapat menghambat perjalanan oksigen dalam tubuh, dan dapat menyebabkan "*bluebies*" pada bayi. Selain itu, nitrit adalah zat yang bersifat racun, sehingga standar persyaratan kualitas air minum yang ditetapkan oleh Dep.Kes. R.I tidak memperbolehkan kehadiran bahan ini dalam air minum.

s. Phenolik (Phenol)

Phenol merupakan salah satu dari persenyawaan aromatik yang paling penting. Phenol dikenal orang sebagai asam karbol. Ia terion dengan menghasilkan $\text{H} \times 10^{-10}$ dan dalam larutan dengan konsentrasi tinggi (pekat) sangat beracun bagi bakteri. Ia digunakan secara luas sebagai *germicida* dan *disinfectant* dinilai dengan istilah "*phenol coefficient*" yaitu kekuatan membunuh kuman (*disinfecting*) relatif

berkenaan dengan phenol. Phenol terjadi sebagai suatu komponen alamiah dalam buangan industri dari gas batu-bara, kokas batu bara dan industri minyak tanah sesuai dengan luasnya variasi buangan industri berasal dari proses-proses yang menggunakan phenol sebagai bahan dasar.

Phenol apabila bereaksi dengan chlor dapat menimbulkan bau yang tidak enak. Konsentrasi standar maksimal yang ditetapkan oleh Dep.Kes.R.I. untuk phenol ini adalah 0,001 sebagai konsentrasi maksimal yang dianjurkan, dan 0,002 untuk konsentrasi maksimal yang diperbolehkan.

t. Arsen (As)

Arsen yang terdapat dalam air bisa berasal dari persenyawaan-persenyawaan arsen yang banyak digunakan sebagai insektisida.

Persenyawaan arsen termasuk salah satu diantara racun sistemik yang paling penting, dan dapat berakumulasi dalam tubuh manusia. Arsen dapat menyebabkan gangguan pada sistem pencernaan dan kemungkinan dapat menyebabkan kanker kulit, hati dan saluran empedu.

Menurut standar kualitas air minum yang ditetapkan Dep. Kes. R.I. kehadiran As dalam konsentrasi 0,05 mg/ltr masih diperbolehkan.

u. Timbal (Pb)

Timbal dan persenyawaannya banyak digunakan dalam industri baterai dan cat. Seperti kebanyakan logam-logam berat, timbal dan persenyawaannya adalah racun. Untuk menimbulkan sifat racun ini, jelas dosis yang besar diperlukan, tetapi bahaya yang dapat ditimbulkan dari timbal ini diperkuat, sebab timbal cenderung untuk berakumulasi dalam tubuh (sistem syaraf pusat). Sifat racun ini dapat disebabkan

karena kenyataan bahwa timbal dan logam-logam berat lainnya adalah merupakan penghambat yang kuat terhadap reaksi-reaksi enzim.

Konsentrasi standar maksimal yang diperbolehkan untuk unsur ini dalam air minum menurut Dep.Kes.R.I. adalah sebesar 0,10 mg/ltr, sedangkan menurut *US Public Health Service* (1962 maupun standar *Internasional WHO* 1963) adalah sebesar 0,05 mg/ltr).

v. Selenium (Se)

Selenium merupakan unsur yang kira-kira sama jarangnyanya terdapat dengan emas. Unsur ini terjadi terutama bersama-sama dengan sulfur, baik sebagai selenium dasar dan sulfur asli maupun sebagai selenia dalam berbagai mineral sulfida.

Selenium merupakan racun yang dikenal sebagai "*occupational poison*" dapat menyebabkan keracunan pada ternak pada keadaan dimana konsentrasi Se melebihi 3-4 mg/kg dari makanan yang dimakan.

Adanya Se dalam air minum dalam konsentrasi yang melebihi standar maksimal dapat memberi pengaruh terhadap kenaikan jumlah penyakit carries gigi pada anak-anak. Se merupakan racun yang diperkirakan dapat menyebabkan kanker pada hati, ginjal dan limpa.

Standar konsentrasi maksimal yang diperbolehkan menurut Dep.Kes. R.I. untuk unsur ini dalam air minum adalah sebesar 0,01 mg/ltr. angka ini sesuai dengan penetapan standar baik dari *US Public Health Service* maupun WHO.

w. Kromium (Cr)

Kromium sebagai ion bervalensi enam bersifat karsinogenik pada saluran pernapasan kumulatif pada tingkat konsentrasi mg/ltr dalam air minum. Unsur ini

tidak penting dan tidak menguntungkan. Konsentrasi unsur ini dalam air minum yang melebihi standar maksimum yang ditetapkan kemungkinan dapat menyebabkan kanker kulit dan alat-alat pernapasan.

Konsentrasi maksimal kromium dalam air minum yang ditetapkan sebagai standar oleh Dep.Kes.R.I adalah sebesar 0,05 mg/ltr. angka ini sesuai dengan angka standar yang ditetapkan baik oleh *US Public Health Service*, maupun *WHO European*, maupun *WHO internasional*.

x. Sianida (CN)

Sianida dimasukkan dalam standar persyaratan kualitas air minum. Konsentrasi CN dalam air minum yang melebihi standar yang ditetapkan akan dapat mengganggu metabolisme oksigen, sehingga jaringan tubuh tidak mampu mengubah oksigen. Selain itu dapat pula meracuni hati.

Standar konsentrasi maksimal yang diperoleh untuk CN dalam air minum, menurut Dep.Kes.R.I. adalah sebesar 0,05 mg/ltr. Angka ini adalah lebih kecil daripada angka yang ditetapkan oleh *US Public Health Service* maupun *WHO Internasional* (0,2 mg/ltr).

y. Kadmium (Cd)

Kadmium dapat menyebabkan keracunan yang akut pada manusia yang mendapat unsur tersebut dari makanan. Konsumsi air minum dengan konsentrasi Cd yang tinggi atau melebihi standar yang ditetapkan, akan menyebabkan unsur tersebut berakumulasi dalam jaringan tubuh sehingga dapat menimbulkan batu ginjal, gangguan lambung, kerapuhan tulang, mengurangi haemoglobin darah, dan pigmentasi gigi. Konsentrasi standar maksimum yang diperbolehkan untuk Cd

dalam air minum menurut Dep.Kes.R.I. adalah sebesar 0,01 mg/ltr. Angka ini sama dengan angka yang ditetapkan oleh *US Public Health Service* maupun *WHO Internasional standart*, namun lebih kecil daripada yang ditentukan oleh *WHO European Standart* (0,05 mg/ltr).

z. Air Raksa (Hg)

Kandungan air raksa dalam air minum dalam konsentrasi yang melebihi standar maksimal yang ditetapkan akan dapat meracuni sel-sel tubuh, dapat merusak ginjal, hati dan syaraf. Konsentrasi maksimum yang diperbolehkan sebagai standar yang ditetapkan oleh Dep.Kes. R.I. untuk unsur ini dalam air adalah sebesar 0,001 mg/ltr *US Public Health Service* maupun *WHO* tidak memasukkan unsur Hg ini didalam standar persyaratan air minum.

3. Persyaratan Mikrobiologis

Persyaratan mikrobiologis yang harus dipenuhi oleh air adalah sebagai berikut :

- a. Tidak mengandung bakteri pathogen, misalnya : bakteri golongan *coli*: *Salmonella typhi*, *Vibrio cholera* dan lain-lain. Kuman ini mudah tersebar melalui air.
- b. Tidak mengandung bakteri non pathogen seperti : *actinomycetes*, *phytoplankton colifprm*, *Cladocera* dan lain-lain. (Sujudi, 1995)
- c. Persyaratan biologis berarti air bersih itu tidak mengandung mikroorganisme yang nantinya menjadi infiltran tubuh manusia. Mikroorganisme itu dapat dibagi menjadi empat group, yakni parasit, bakteri, virus, dan kuman. Dari keempat jenis mikroorganisme tersebut umumnya yang menjadi parameter kualitas air adalah bakteri seperti *Eschericia coli*.

2.13 Standar Kualitas Air di Indonesia

Sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air. Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media air keperluan Higiene Sanitasi meliputi persyaratan mikrobiologi, fisika, kimia, seperti pada Tabel 2.4.

Table 2.4 Persyaratan Kualitas Air Dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi

| No | Parameter | Unit | Standar Baku Mutu |
|----------|----------------------------------|------------|--------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| A | Fisik | | |
| 1 | Kekeruhan | NTU | 25 |
| 2 | Warna | TCU | 50 |
| 3 | Zat Padat Terlarut (TDS) | mg/l | 1000 |
| 4 | Suhu | C | Suhu Udara \pm 3 |
| 5 | Rasa | - | Tidak Berasa |
| 6 | Bau | - | Tidak Berbau |
| B | Kimia | | |
| 1 | pH | mg/l | 6,5-8,5 |
| 2 | Besi | mg/l | 1 |
| 3 | Fluorida | mg/l | 1,5 |
| 4 | Kesadahan (CaCO ₃) | mg/l | 500 |
| 5 | Mangan | mg/l | 0,5 |
| 6 | Nitrat, sebagai N | mg/l | 10 |
| 7 | Nitrit, sebagai N | mg/l | 1 |
| 8 | Sianida | mg/l | 0,1 |
| 9 | Deterjen | mg/l | 0,05 |
| 10 | Pestisida Total | mg/l | 0,1 |
| 11 | Air Raksa | mg/l | 0,001 |
| 12 | Arsen | mg/l | 0,05 |
| 13 | Kadmium | mg/l | 0,005 |
| 14 | Kromium (Valensi 6) | mg/l | 0,05 |
| 15 | Selenium | mg/l | 0,01 |
| 16 | Seng | mg/l | 15 |
| 17 | Sulfat | mg/l | 400 |
| 18 | Timbal | mg/l | 0,05 |
| 19 | Benzene | mg/l | 0,01 |
| 20 | Zat Organik (KMNO ₄) | mg/l | 10 |
| C | Mikroorganisme | | |
| 1 | Total Coliform | CFU/100 Ml | 50 |
| 2 | E.coli | CFU/100 Ml | 0 |

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan R.I. No 32 tahun 2017

Keterangan :

mg = milligram

ml = mililiter

L = liter

NTU = *Nephelometrik Turbidity Units*

TCU = *True Colour Units*

CFU = *Colony Forming Unit*

2.14. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan penelitian yang dapat dijadikan sumbangan pemikiran bagi penulis, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Penelitian yang dilakukan oleh Hasburrohman Ali dengan judul “*Analisis Pelayanan PDAM Berdasarkan Debit Dan Tekanan Air Ditingkat Pelanggan (Studi Kasus Di Kelurahan Baamang Tengah Kota Sampit)*”. Skripsi, Palangka Raya : Universitas Palangka Raya, 2018. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kehilangan air (*losses*) di Kota Sampit dikawasan Kelurahan Baamang Tengah pada tahun 2013 sebesar 3,103 %, tahun 2014 sebesar 3,555% dan tahun 2015 sebesar 4,804%. Tingkat unjuk kerja layanan air bersih PDAM kota Sampit di Kelurahan Baamang Tengah dari tahun 2013 s/d 2015 dengan keandalan sebesar 96,933% dengan kondisi gagal 0,69 bulan dan tingkat kerawanan menunjukkan kegagalan yang bervariasi yaitu antara 0,851% sampai 4,573% defisit.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Febryan dengan judul “*Analisis Unjuk Kerja PDAM Kota Palangka Raya Berdasarkan Debit Dan Kualitas Air*

Bersih Tingkat Pelanggan (Studi Kasus di Kelurahan Bukit Tunggul Palangka Raya)”, Skripsi, Palangka Raya : Universitas Palangka Raya, 2015. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa tingkat kehilangan air (losses) yang terjadi di Kelurahan Bukit Tunggul sebesar 4,647%. Tingkat unjuk kerja layanan jaringan air bersih PDAM kota Palangka Raya di Kelurahan Bukit Tunggul dari Tahun 2011 s/d 2013 dengan keandalan sebesar 91,73% dengan kondisi gagal sekitar 1,21 bulan. Sedangkan hasil tes laboratorium pengujian kualitas air bersih bahwa parameter Temperatur (di Lab), pH (diLab), Selenium (Se), dan Organik Matter (KMnO₄) tidak memenuhi kadar maksimum yang diperbolehkan.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Yusep Rianto dengan judul “*Kajian Pelayanan PDAM Palangka Raya Terhadap Debit Pemakaian Di Tingkat Konsumen (Studi Kasus : Kecamatan Jekan Raya)*”, Skripsi, Palangka Raya: Universitas Palangka Raya, 2018. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa tingkat unjuk kerja layanan jaringan air bersih PDAM Kota Palangka Raya di Kecamatan Jekan Raya dari tahun 2014 s/d tahun 2016 dapat dikatakan kurang handal, yaitu dengan keandalan sebesar 86,67% dengan keadaan gagal sekitar 6,32 bulan. Selain itu sebanyak 13,33% pelanggan di Kecamatan Jekan Raya yang mendapat layanan air kurang dari 10 m³/bulan. Tingkat kemampuan layanan debit terhadap pelanggan di Kecamatan Jekan Raya Kota Palangka Raya masih kurang baik, karena tingkat presentase PDAM Kota Palangka Raya dari tahun 2014 s/d tahun 2016 sebesar 74,46%, tingkat pelayanan terhadap penduduk Kecamatan Jekan Raya 2014 s/d 2016 masih kurang baik, sebesar 11,09% dan tingkat layanan debit terhadap jumlah penduduk Kota Palangka Raya dari

tahun 2014 s/d 2016 belum memuaskan dengan tingkat presentase 53,21%.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Allan Restu Jaya dengan judul “Analisa Pelayanan jaringan air bersih PDAM dikampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang”. Tesis, Semarang : Universitas Diponegoro, 2002. Hasil Analisa pencatat meter air diketahui bahwa tingkat keandalan hanya sekitar 40% dengan lamanya sistem akan berada dalam kondisi gagal sekitar 4 bulan dan dengan tingkat kegagalan yang sangat bervariasi yaitu antara 5,04% sampai 58,48% deficit, dan dari survei lapangan tinggi tekanan air terendah adalah 0,06 m dan tertinggi adalah 2,20 m. Kontinuitas aliran masih belum seluruhnya 24 jam sedangkan kualitas air pada musim kemarau sudah memenuhi syarat, untuk musim hujan dari test laboratorium Kekeruhan dan Mangan (Mn) tidak memenuhi syarat, dimana kekeruhan berkisar antara 80 sampai 295 skala NTU dan Mangan (Mn) antara 0,62 sampai 0,66 mg/liter. Dari hasil analisa program Waterworks kondisi eksisting terhadap jaringan pipa makro untuk debit hasil cukup realitis, sedangkan tekanan hasil sebagian rendah bahkan negatif. Hal ini dapat diatasi dengan pemasangan *Booster Pump*. Untuk jaringan pipa makro di lokasi studi debit cukup realitis sedangkan tekanan tinggi. Hal tersebut dapat diperbaiki dengan pemasangan PRV/*pressure Reducing Valve*. Perbandingan volume aliran hasil pencatatan meter air dan analisis teoritis adalah sekitar 61% melebihi hasil analisis teoritis dan sekitar 39% kurang dari hasil analisis teoritis dengan perbedaan yang tidak terlalu besar. Dengan demikian, untuk mengatasi masalah-masalah pelayanan air bersih PDAM selain diperlukan penambahan sumber-sumber air baru juga

perlu diperhatikan peningkatan koordinasi antar bagian internal PDAM, persiapan pembuatan *planning (master plan)* jaringan dan penunjangnya, penanganan kebocoran secara lebih serius dan efisien serta pembuata *Operational Procedure* yang efektif.

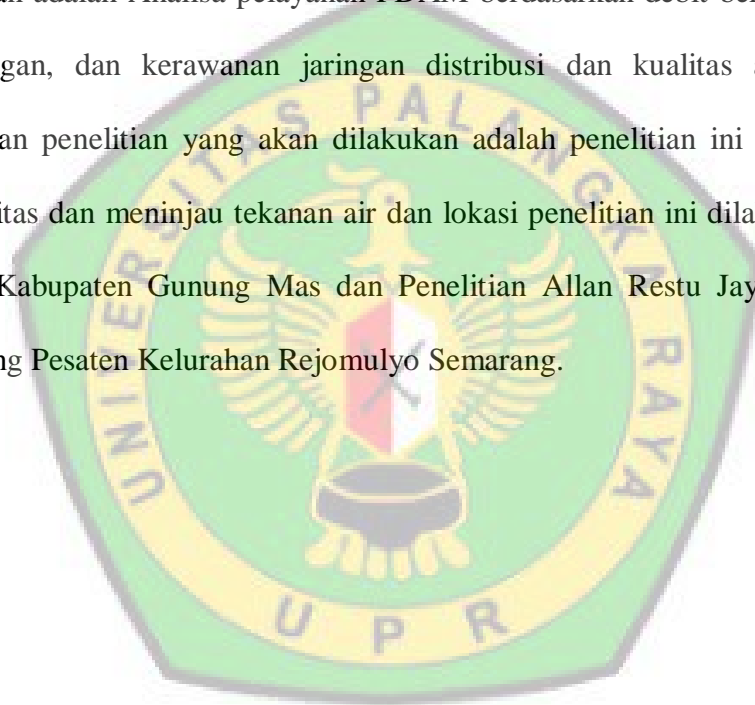
Dari keempat penelitian tersebut terdapat persamaan dan perbedaan yang dapat dijadikan kajian. Persamaan penelitian (skripsi) Hasburrohman Ali dengan penelitian yang akan dilakukan adalah pada analisis kehilangan air (*losses*) PDAM 3 tahun dan analisa pelayanan PDAM berdasarkan debit berupa keandalan, kelentingan, dan kerawanan jaringan distribusi. Sedangkan perbedaan penelitian yang dilakukan adalah terletak pada kualitas air yang mana penelitian Hasburrohman Ali tidak meninjau kualitas air melainkan tekanan air dan penelitian yang akan dilakukan analisis kehilangan air (*Losses*) PDAM 5 tahun. Lokasi penelitian akan dilakukan di Kuala Kurun Kabupaten Gunung Mas dan penelitian Hasburrohman Ali dilakukan di Kelurahan Baamang Kota Sampit.

Persamaan penelitian (Skripsi) Muhammad Febryan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah pada analisis kehilangan air (*Losses*) PDAM 3 tahun dan Analisa pelayanan PDAM berdasarkan debit berupa keandalan, kelentingan, dan kerawanan jaringan distribusi dan kualitas air. Sedangkan perbedaan penelitian yang dilakukan terletak pada lokasi penelitian, dimana lokasi penelitian yang akan dilakukan di Kuala Kurun Kabupaten Gunung Mas dan penelitian Muhammad Febryan dilakukan di Kelurahan Bukit Tunggal Kota Palangka Raya dan penelitian yang akan dilakukan analisis kahilangan air (*losses*) PDAM 5 tahun.

Persamaan penelitian (Skripsi) Yusep Rianto dengan penelitian yang akan

dilakukan adalah pada analisis debit berupa keandalan, kelentingan, dan kerawanan jaringan distribusi. Sedangkan perbedaan penelitian yang akan dilakukan terletak di lokasi penelitian, dimana lokasi penelitian yang akan dilakukan di Kuala Kurun Kabupaten Gunung Mas dan penelitian Yusep Rianto dilakukan di Kota Palangka Raya Kecamatan Jekan Raya dan Yusep Rianto tidak meninjau kualitas air.

Persamaan penelitian (Tesis) Allan Restu Jaya dengan penelitian yang akan dilakukan adalah Analisa pelayanan PDAM berdasarkan debit berupa keandalan, kelentingan, dan kerawanan jaringan distribusi dan kualitas air. Sedangkan perbedaan penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian ini tidak meninjau kontinuitas dan meninjau tekanan air dan lokasi penelitian ini dilakukan di Kuala Kurun Kabupaten Gunung Mas dan Penelitian Allan Restu Jaya dilakukan di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Penyusunan dilaksanakan dengan mengikuti tahapan-tahapan penelitian, yaitu identifikasi pokok masalah penelitian, studi literatur, teknik pengumpulan data, analisis data, kesimpulan dan saran.

3.2 Identifikasi Pokok Permasalahan Penelitian

Sebuah penelitian dimulai dengan sebuah pokok permasalahan yang akan dijadikan objek bahasan dalam penelitian. Pokok bahasan yang akan dianalisis adalah berupa jumlah kebutuhan air bersih di Kuala Kurun dan sejauh mana PDAM melayani kebutuhan air bersih di daerah tersebut juga mengetahui kualitas air yang didistribusikan ke pelanggan.

3.3 Studi Literatur/Pustaka

Studi pustaka sangat diperlukan dalam sebuah penelitian ilmiah. Studi literatur diperlukan untuk memecahkan suatu permasalahan yang ada dan menentukan kebutuhan yang diperlukan dalam penelitian dan memberikan metode pemecahan masalah yang dijadikan objek. Dengan adanya studi literatur teori dan ulasan penjelasan yang ada hubungannya dengan kebutuhan air dan pelayanan serta kualitas air akan digunakan sebagai dasar untuk menganalisis suatu perhitungan.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Penyelesaian dan penanganan suatu permasalahan mutlak diperlukan adanya data (input) yang menunjang, agar data tersebut dapat diolah dalam perhitungan, sehingga dapat menghasilkan suatu hasil pemecahan yang baik dan tepat. Cara

memperoleh data tersebut adalah dengan cara meninjau (pengamatan langsung) ke lokasi penelitian dan memperoleh data dari instansi terkait dalam hal ini perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kuala Kurun dan Badan Pusat Statistik (BPS) Kalimantan Tengah.

3.4.1 Data Pelanggan

Pelanggan PDAM merupakan pengguna air bersih yang telah di kelola dan di produksi PDAM. Dari data jumlah pelanggan tersebut untuk diketahui kemampuan PDAM Kuala Kurun dapat melayani kebutuhan pelanggan. Perusahaan air minum (PDAM) Kuala kurun mempunyai total 3.162 pelanggan PDAM (Data PDAM Kuala Kurun) sampai bulan Desember 2019.

3.4.2 Data Kapasitas Produksi

Data kapasitas produksi adalah data kemampuan PDAM Kuala Kurun untuk memproduksi air bersih. Kapasitas maksimal produksi Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kuala Kurun yang sedang beroperasi adalah 40 ltr/dtk dengan waktu operasi selama 24 jam sampai tahun 2019. Data Kapasitas yang digunakan

3.4.3 Data Produksi

Data produksi merupakan data total jumlah air yang telah didistribusikan kepada pelanggan. Data produksi ini diperoleh dari Instalasi Pengolahan Air (bagian produksi) yang dikelola oleh PDAM Kuala Kurun. Data produksi yang digunakan yaitu data produksi dari tahun 2015 sampai dengan 2019.

3.4.4 Data Penerimaan Air Pelanggan.

Data penerimaan air pelanggan adalah data jumlah air yang telah diterima oleh pelanggan PDAM Kuala Kurun perbulan yang tercatat di alat meteran. Data

pelanggan tersebut diambil secara keseluruhan yang akan digunakan dalam perhitungan. Adapun jumlah bulan yang diambil sebagai data analisis adalah data dari bulan Januari 2015 sampai bulan Desember 2019 dengan jumlah keseluruhan 60 bulan.

3.4.5 Data Penduduk

Data penduduk Kuala Kuruun digunakan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan PDAM melayani kebutuhan air bersih terhadap penduduk Kuala Kurun sebagai satu-satunya perusahaan penyedia air bersih di daerah ini. Data penduduk ini diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kalimantan Tengah. Analisis perhitungan kemampuan layanan PDAM memerlukan data penduduk pada tahun sebelumnya, diambil data penduduk mulai tahun 2015 sampai dengan 2019.

3.4.6 Data Kualitas Air

Studi ini memerlukan data-data yang didapat dari hasil survey/penyelidikan dilapangan. Pada beberapa pelanggan, diambil 2 sampel air di lokasi pelanggan dengan tempat yang berbeda dan selanjutnya sampel-sampel ini ditest di laboratorium terhadap persyaratan kualitas air bersih yang telah ditentukan. Adapun parameter yang diuji untuk kualitas air yaitu : Fisik (Suhu, warna, bau dan rasa, kekeruhan, jumlah zat padat terlarut). Kimia (Ph, zat organik, phenol, kesadahan, sulfat, sulfida, klorida, mangan). Mikrobiologi (MPN Koliform).

3.5 Metode Analisis

Metode analisis merupakan langkah-langkah yang ditempuh dalam menganalisis data sehingga menghasilkan penyelesaian masalah dengan tepat dan sistematis. Pada tahapan analisis data ini dilakukan beberapa kegiatan yang

mengacu pada rumus-rumus dan literatur yang digunakan sehingga nantinya dapat diambil suatu kesimpulan akhir sesuai dengan hasil analisis yang telah dilakukan.

Analisis pelayanan PDAM Kuala Kurun berdasarkan debit dan kualitas air di tingkat pelanggan dilakukan dengan beberapa tahapan yang sistematis sehingga nantinya untuk kerja atau tingkat pelayanan dapat diketahui dengan baik.

1.5.1 Analisis Pelayanan PDAM Berdasarkan Debit

Adapun tahapan-tahapan analisis yaitu :

1. Tahapan pertama, dengan menyusun pemakaian air bersih ditingkat pelanggan terdiri dari :
 - Penyusunan dan pengisian data debit bulanan berdasarkan debit meteran air selama 60 bulan dari pelanggan (m^3/bulan).
 - Menghitung debit rerata tiap-tiap pelanggan (m^3/bulan).
 - Mengidentifikasi kejadian debit rerata “kurang” dari kebutuhan minimum ($15 \text{ m}^3/\text{bulan}$).
2. Tahapan kedua, tingkat layanan air bersih terdiri dari :
 - Menghitung *deficit* maksimum (m^3/bulan) dan ratio (%) berdasarkan debit rerata “kurang” dari kebutuhan minimum ($15 \text{ m}^3/\text{bulan}$) tiap-tiap pelanggan.
 - Menghitung *deficit* rerata (m^3/bulan) dan ratio (%) berdasarkan debit rerata “kurang” dari kebutuhan minimum ($15 \text{ m}^3/\text{bulan}$) tiap-tiap pelanggan.
 - Menghitung jumlah gagal.
- 2 Tahapan ketiga, kegagalan pelayanan air bersih terdiri dari:
 - Menhitung lama kegagalan kejadian kegagalan ke I,II, III, dst (bulan).
 - Menghitung lama kegagalan kejadian “gagal” ke I, II, III, dst (bulan).

- Mengidentifikasi ulang jumlah “gagal”.
- Menghitung jumlah bulan “gagal” per jumlah kelompok kejadian “gagal”.
- Menghitung kelentingan.

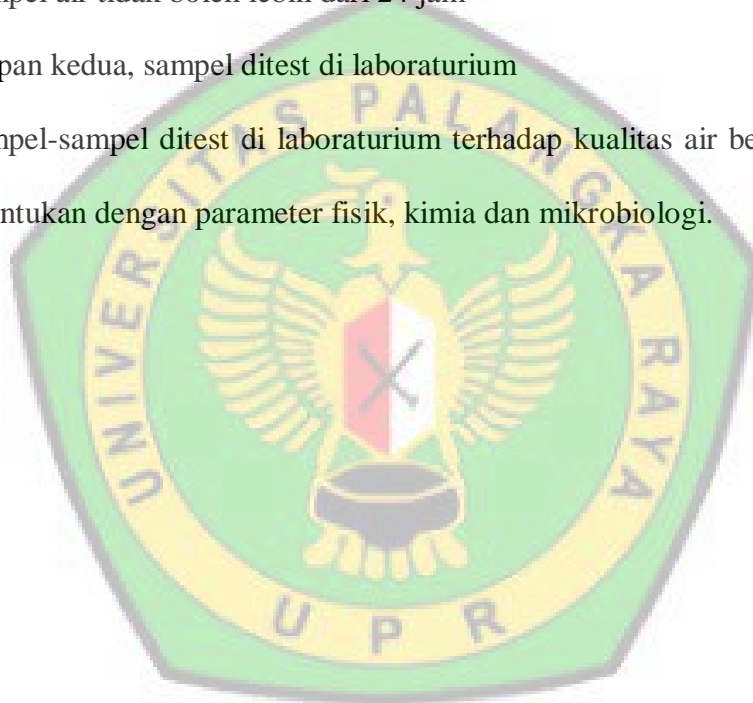
3 Unjuk kerja pelayanan air bersih terdiri dari :

- a. Kejadian kurang (%)
- Keandalan (%)
- b. Defisit Maksimum (m^3/bulan)
- Kekurangan rerata (m^3/bulan)
 - Kekurangan minimum (m^3/bulan)
 - Kekurangan maksimum (m^3/bulan)
 - Ratio kekurangan rerata (%)
 - Ratio kekurangan minimum (%)
 - Ratio kekurangan maksimum (%)
2. Defisit rerata (m^3/bulan)
- Kekurangan rerata (m^3/bulan)
 - Kekurangan minimum (m^3/bulan)
 - Ratio kekurangan rerata (%)
 - Ratio kekurangan minimum (%)
 - Ratio kekurangan maksimum (%)
3. Kelentingan Lama rerata dalam keadaan gagal secara :
- Kontinyu (bulan)
 - Frekuensi (kali)

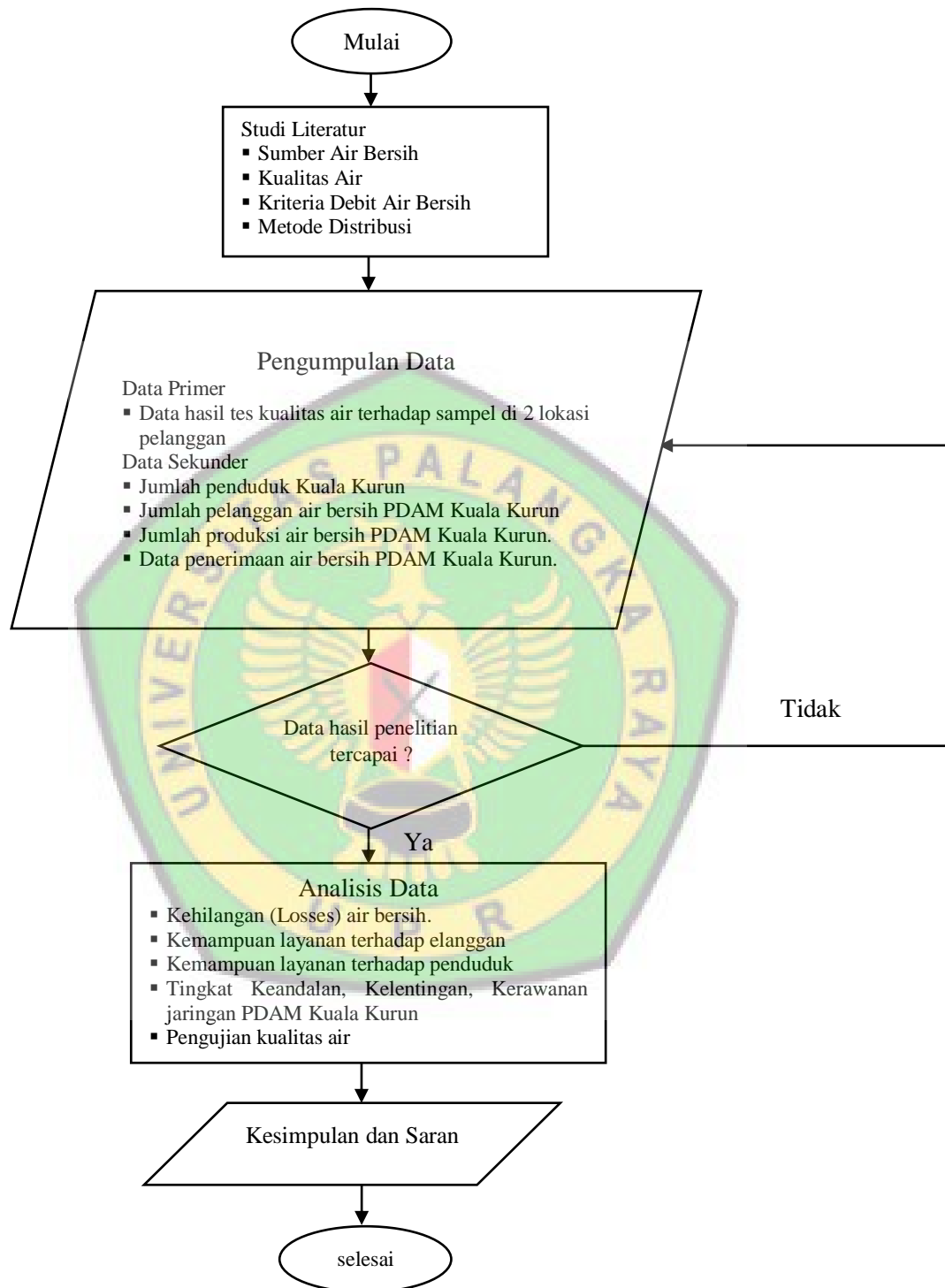
1.5.2 Analisis Pelayanan PDAM Berdasarkan Kualitas Air

Adapun tahapan-tahapan analisis yaitu :

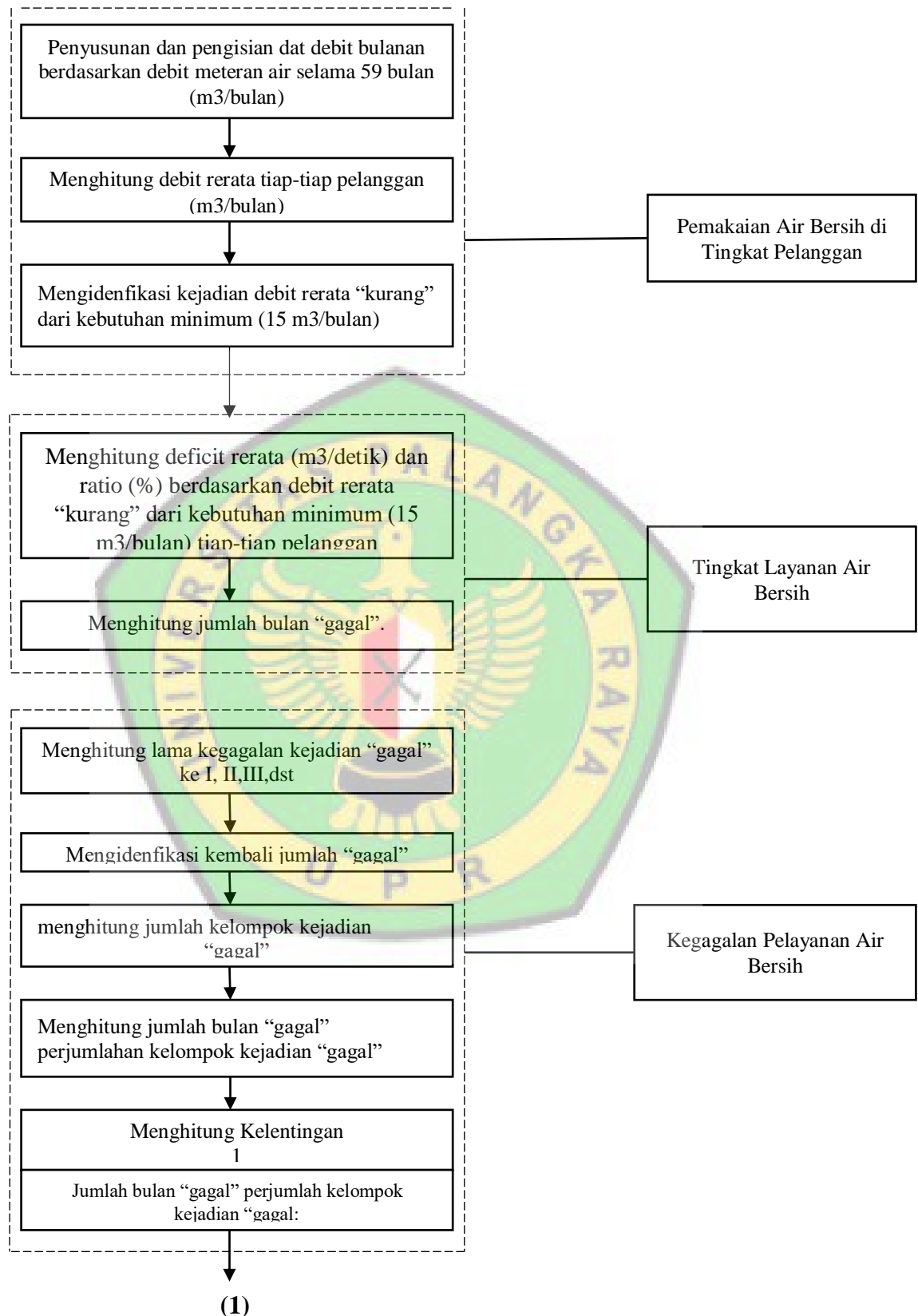
- a. Tahapan pertama, pengambilan sampel air
 - Menentukan lokasi pengambilan sampel air
 - Diambil di 2 lokasi pelanggan PDAM Kuala Kurun
 - Parameter sampel air meliputi parameter fisik, kimia dan mikrobiologi
 - Sampel air tidak boleh lebih dari 24 jam
- b. Tahapan kedua, sampel ditest di laboratorium
 - Sampel-sampel ditest di laboratorium terhadap kualitas air bersih yang telah ditentukan dengan parameter fisik, kimia dan mikrobiologi.



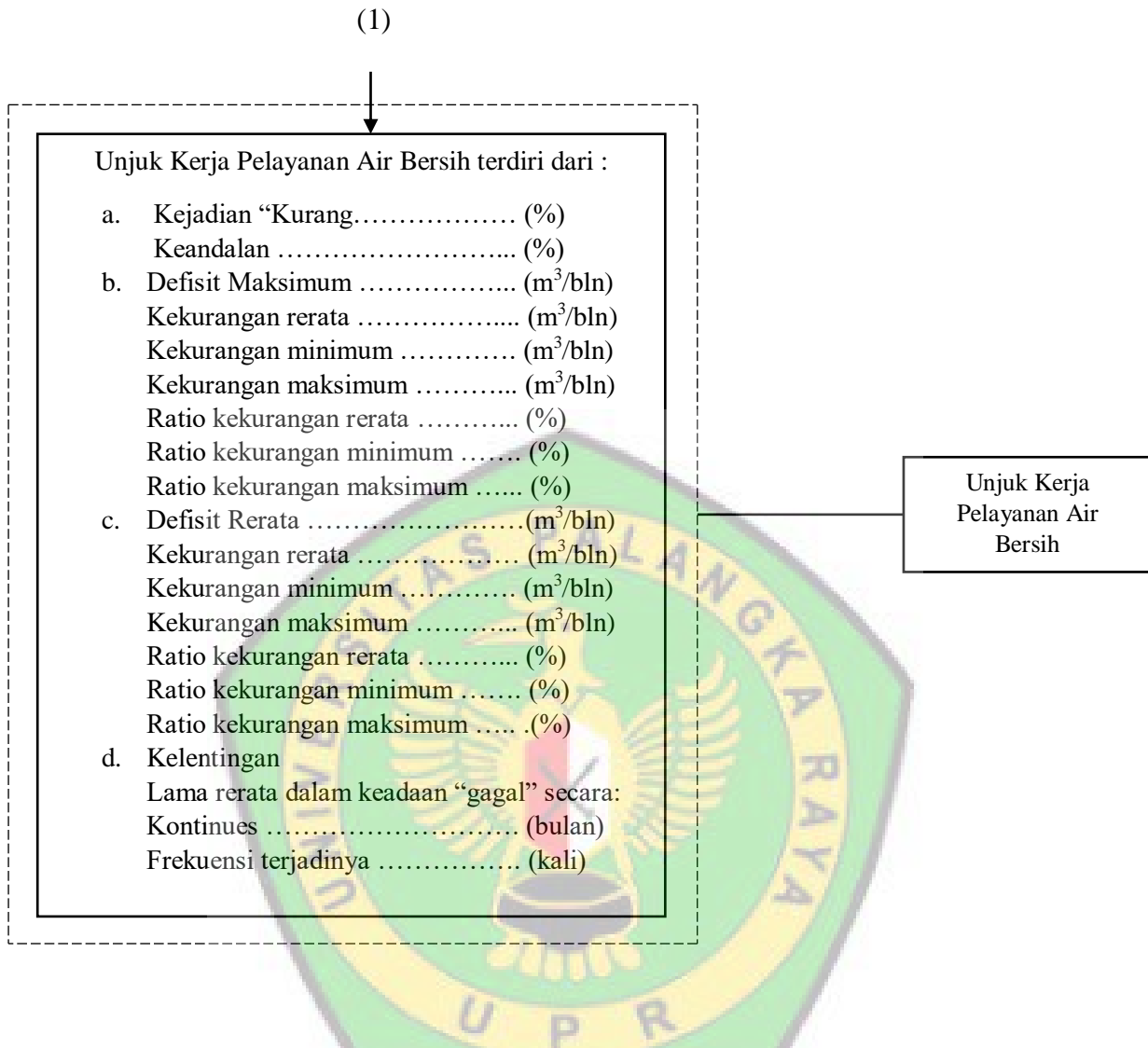
3.6 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alir Metode Penelitian



Gambar 3.2 Bagan Alir Analisis Unjuk Kerja Pelayanan Jaringan Air Bersih



**Gambar 3.2 Bagan Alir Analisis Unjuk Kerja Pelayanan Jaringan Air Bersih
(Lanjutan)**

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan di bab sebelumnya yang telah diuraikan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Jumlah Kehilangan Air (*Losses*) pada jaringan distribusi PDAM Kuala Kurun pada tahun 2015 sebesar 24,05 %, tahun 2016 sebesar 27,18 %, tahun 2017 sebesar 25,36 %, tahun 2018 sebesar 20,15 % dan tahun 2019 sebesar 13,14 % dengan rata-rata kehilangan air selama 5 tahun berturut-turut sebesar 21,98 %.
2. Hasil analisis terhadap debit tiap-tiap bulan ditingkat pelanggan yaitu sebanyak 3.162 pelanggan pada akhir tahun 2019 di Kuala Kurun, dimana debit minimum yang seharusnya dipenuhi oleh PDAM adalah sebesar 15 m³/bulan per pelanggan dengan perhitungan kebutuhan air (*consumptive use*) adalah 130 liter per orang per hari dan setiap pelanggan berpenghuni 4 orang, maka secara keseluruhan tingkat layanan air oleh PDAM Kuala Kurun dapat dikatakan kurang handal atau tidak memuaskan dengan tingkat keandalan sebesar 63,64% (sistem dikatakan handal atau memuaskan jika tingkat keandalan lebih besar atau sama dengan 95%), dengan kelentingan atau lamanya sistem berada dalam kondisi gagal selama 0,44 bulan dan dengan tingkat kerawanan menunjukkan kegagalan yang bervariasi yaitu antara 0,92 % sampai 11,08 % defisit.
3. Tingkat kemampuan layanan debit terhadap pelanggan Kuala Kurun masih kurang memuaskan. Karena presentasinya PDAM Kuala Kurun dari tahun 2015

s/d tahun 2019 hanya memberikan tingkat kemampuan layanan sebesar 61,65%

4. Tingkat kemampuan layanan debit terhadap penduduk Kuala Kurun masih kurang memuaskan. Karena presentasinya PDAM Kuala Kurun dari tahun 2015 s/d tahun 2019 hanya memberikan tingkat kemampuan layanan sebesar 22,44 %
5. Kualitas air terhadap 2 sampel air PDAM di Kuala Kurun dari 2 pelanggan sesuai dengan titik-titik survey yang telah dilakukan diketahui menunjukkan hasil yang berbeda. Pada lokasi hulu parameter kualitas fisik yaitu jumlah zat padat terlarut (TDS) tidak memenuhi syarat dengan hasil 19,00 mg/L melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan dan bagian hilir parameter kualitas fisik yaitu jumlah zat padat terlarut (TDS) tidak memenuhi syarat dengan hasil 19,40 mg/L juga melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan. Pada lokasi hulu parameter kimia Fenol dan pH tidak memenuhi syarat. Dengan hasil Fenol 0,865 mg/L melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan dan pH dengan hasil 6,21 dibawah batas yang dipersyaratkan. Pada lokasi hilir parameter Fenol dan pH tidak memenuhi syarat dengan hasil Fenol 0,365 mg/L melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan dan pH 5,86 yang hasil ujinya di bawah batas persyaratan. Pada lokasi hulu parameter mikrobiologi menunjukkan hasil yang sama dengan lokasi di hilir. Berdasarkan hasil pengujian parameter MPN Coliform pada lokasi hulu dengan hasil 9,2 MPN/100 ml memenuhi syarat dan pada lokasi hilir dengan hasil 1,8 MPN/100 ml memenuhi syarat.

5.2 Saran

Setelah mengetahui keadaan yang terjadi maka memiliki beberapa saran sebagai berikut:

1. Dibutuhkan koordinasi yang tepat dan cepat dari PDAM untuk mengatasi masalah kehilangan air (*Losses*) seperti pengecekan rutin pipa-pipa distribusi dari kebocoran yang masih tinggi yang dapat mengakibatkan kerugian pihak PDAM Kuala Kurun.
2. Pihak PDAM Kuala Kurun harus mengecek pipa-pipa distribusi dari pencurian air atau pemasangan pipa ilegal yang berdampak penurunan debit air dan dapat merugikan pihak PDAM dan pelanggan.
3. Dibutuhkan upaya penambahan sumber-sumber air baru untuk menyuplai air dilokasi yang mengalami kekurangan air agar mampu melayani pelanggan.
4. Dibutuhkan penambahan kapasitas alat produksi untuk Kuala Kurun. Berdasarkan jumlah pelanggan hanya mampu melayani sekitar 61,65% dan berdasarkan penduduk hanya mampu melayani 22,44 %.
5. Perlu diadakan bentuk kerja sama yang konkrit antara Lembaga Penelitian dengan PDAM Kuala Kurun sehingga akses penelitian ke PDAM bisa lebih mudah dan transparan.
6. PDAM Kuala Kurun sebaiknya lebih memperhatikan pengolahan air di Instalasi Pengolah Air (IPA) sebelum didistribusikan ke pelanggan mengingat terdapat parameter jumlah zat terlarut, Fenol, pH yang tidak sesuai syarat atau melebihi kadar yang diperbolehkan.

Daftar Pustaka

- Anonim. 1995. *Pedoman Konsumsi Air Bersih*. Jakarta. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 2019. *Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Bahalap*. Kuala Kurun Kabupaten Gunung Mas.
- Anonim. 2017. *Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua Dan Pemandian Umum*. MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA Nomor: 32 Tahun 2017
- Ali, H. 2018. *Analisis Pelayanan PDAM Berdasarkan Debit Dan Tekanan Air Ditingkat Pelanggan (Studi Kasus Di Kelurahan Baamang Tengah Kota Sampit)*. Tugas Akhir. Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- Dwidjoseputro. 1981. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta : Djambatan.
- Febryan, M. 2015. *Analisis Unjuk Kerja PDAM Kota Palangka Raya Berdasarkan Debit Dan Kualitas Air Bersih Tingkat Pelanggan (Studi Kasus di Kelurahan Bukit Tunggal Palangka Raya)*. Tugas Akhir. Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- Jaya, A.R. 2002. *Analisis Pelayanan Jaringan Air Bersih PDAM di Kampung Pesaten Kelurahan Rejomulyo Semarang*. Tesis. Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro.

Rianto, Y. 2018. *Kajian Pelayanan PDAM Palangka Raya Terhadap Debit Pemakaian Di Tingkat Konsumen (Studi Kasus Kecamatan Jekan Raya)*.

Tugas Akhir. Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Salmani. 2018. *Rekayasa dan Penyediaan Air Bersih*. Yogyakarta: Deepublis.

Suharyanto, dan Pranoto. 1999. *Analisa Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta.

Sutrisno. C.T. dan Eni. 1996. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta.

Triadmojo, N dan Harianto. 2001. *Evaluasi Kehilangan Air Minum PDAM Kota Semarang*. Universitas Semarang.



