

**ANALISA KUALITAS BAKTERIOLOGIS DAN SISA KHLOR
AKIBAT KEBOCORAN PIPA DAN JARAK DISTRIBUSI AIR
PDAM DI KECAMATAN SUNGAI KUNJANG SAMARINDA
TAHUN 2012**

Oleh:

Anita Rachmania

NIM : 07.1101.5089



**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS MULAWARMAN
SAMARINDA
2012**

HALAMAN PERSETUJUAN

SEMINAR HASIL

Judul : Analisa Kualitas Bakteriologis Dan Sisa Klor
Akibat Kebocoran Pipa Dan Jarak Distribusi Air
PDAM Di Kecamatan Sungai Kunjang
Samarinda Tahun 2012

Nama : Anita Rachmania

NIM : 071101508910

Program Studi : Kesehatan Masyarakat

Jurusan : Kesehatan Masyarakat

Fakultas : Kesehatan Masyarakat

Samarinda, Februari 2012

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Dra. Sitti Badrah, M.Kes
NIP. 19600727 199203 2 002

Blego Sedionoto, SKM, M.Kes
NIP. 19770502 200604 1 003

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS MULAWARMAN
SAMARINDA
2012**

ABSTRAK

ANITA RACHMANIA. “ANALISA KUALITAS BAKTERIOLOGIS DAN SISA KHLOR AKIBAT KEBOCORAN PIPA DAN JARAK DISTRIBUSI AIR PDAM DI KECAMATAN SUNGAI KUNJANG SAMARINDA TAHUN 2012”.

Dalam pendistribusian air PDAM, kemampuan desinfektan berupa sisa klor dapat berkurang dan kualitas bakteriologis air akan semakin terkontaminasi akibat jarak distribusi dan kebocoran pipa.

Tujuan dari penelitian adalah mengetahui kualitas bakteriologis dan sisa klor akibat kebocoran pipa dan jarak distribusi air PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Samarinda.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasional dengan pendekatan *cross sectional*. Untuk melihat hubungan antara variabel bebas yaitu kebocoran pipa PDAM dan jarak distribusi air minum dengan variabel terikat yaitu jumlah *Coliform* dan sisa klor pada air PDAM. Teknik analisis data dengan menggunakan uji korelasi spearman dan uji Mann-Whitney.

Hasil penelitian menunjukkan tidak ada hubungan signifikan antara total *Coliform* dan jarak distribusi. Tidak ada hubungan antara total *Coliform* dengan kebocoran. Tidak ada hubungan antara sisa klor dengan jarak. Tidak ada hubungan antara sisa klor dengan kebocoran dimana p value < 0,05. Ada hubungan signifikan antara kualitas bakteriologis air dan sisa klor pada air minum (p value = 0,001).

Saran yang diberikan adalah penggunaan gas klor yang memiliki tingkat efektifitas 95 – 100 % kemudian diinjeksikan dari bak filter menuju reservoir sehingga dipastikan semua air akan mendapatkan desinfeksi yang homogen.

Kata Kunci : *Total Coliform*, sisa klor, kebocoran pipa dan jarak distribusi.

Kepustakaan : 24 : 1990 – 2010

**PUBLIC HEALTH FACULTY
MULAWARMAN UNIVERSITY
SAMARINDA
2012**

ABSTRACT

ANITA RACHMANIA. "QUALITY ANALYSIS BACTERIOLOGICAL AND RESIDUAL CHLORINE DUE TO LEAKING PIPES AND DISTANCE DISTRIBUTION OF PDAM'S WATER IN DISTRICT SAMARINDA KUNJANG SAMARINDA 2012"

In the distribution of drinking water, efficacy of disinfectants the form of residual chlorine can be reduced and the bacteriological quality of water will get contaminated due to the distance distribution and pipeline with leakage.

The purpose of this study was to determined the bacteriological quality and chlorine residual due to leaking pipes and the distance distribution of the PDAM's water in District Sungai Kunjang Samarinda 2012.

The method which was used in this research was an observational cross-sectional approach. To see the relationship between the independent variable that is leaking pipes and the distribution of drinking water with dependend variable that is Total coliform and residual chlorine in tap water. Data analysis techniques using spearman correlation test and Mann-Whitney test.

The results showed no significant relationship between total coliform and distance distribution. There was no relationship between total coliform with leakage. There was no relationship between residual chlorine with the distance. There was no relationship between residual chlorine with leakage, where the pvalue < 0.05. There is a significant relationship between the bacteriological quality of water and residual chlorine in drinking water (p value = 0.001).

Advice given is the use of chlorine gas that has a level of effectiveness 95-100% of the tub and then injected into the reservoir so that all the water will certainly get a homogeneous disinfection.

Keywords : *Total Coliform*, residual chlorine, leaking pipes, and distance

References : 24 : 1990 – 2010

RIWAYAT HIDUP

1. Nama : Anita Rachmania
2. NIM : 07 1101 5089
3. Tempat/Tanggal Lahir : Samarinda, 5 Mei 1989
4. Jenis Kelamin : Perempuan
5. Agama : Islam
6. Asal SLTA : SMA N 3 Samarinda
7. Status Perkawinan : Belum Kawin
8. Alamat Asal : Jl. Jakarta Blok J1 No. 2 RT. 47 Samarinda
9. Alamat Sekarang : Jl. Jakarta Blok J1 No. 2 RT. 47 Samarinda

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil 'Alamin, puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul "Analisa Kualitas Bakteriologis Dan Sisa Klor Akibat Kebocoran Pipa Dan Jarak Distribusi Air PDAM Di Kecamatan Sungai Kunjang Samarinda Tahun 2012".

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat mendapat gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat (SKM) pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dra. Hj. Sitti Badrah, M. Kes selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman dan selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan dan dukungan dalam pembuatan skripsi ini serta bantuan selama seminar I dan seminar II.
2. Blego Sedionoto, SKM.M.Kes , selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu, memberikan arahan dan masukan serta motivasi selama pembuatan skripsi ini hingga penulis mampu menyelesaikannya. Serta bantuan selama seminar I dan seminar II.

3. Bapak Drs. Ismail AB, M.Kes, Bapak Iwan M. Ramdan, M. Kes dan Bapak M. Sultan, SKM M. Kes selaku Dosen Penguji yang telah banyak memberikan saran dan kritik dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Para dosen dan staff Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman.
5. Bapak Alimuddin, ST selaku Direktur Utama PDAM Tirta Kencana Kota Samarinda beserta stafnya yang telah membantu penulis dalam pengambilan data.
6. Orangtuaku H. Ir. Sopyan Supriyadi dan Hj. Asroriah yang telah banyak memberikan kasih sayang dan membantu penulis baik dari segi moril maupun materil selama menjalankan perkuliahan di FKM UNMUL sampai selesai pembuatan skripsi ini.
7. M. Ferry Pratama yang telah memberikan semangat dan pelajaran hidup disetiap waktu.
8. Sahabat – sahabat baikku sejak sekolah di SMA 3 Samarinda seperti Aci, Sally, Tommy, Maya, Ari Sabta, Ike, Stevani dan Sendy Ariesta. Sahabat hingga tua.
9. Teman – teman FKM angkatan 2007 kelas A terutama Annisya, Lydiana Sari, Agus Kibraka, Nur Ani, Yolanda, Rindha Maretha (kelas B) dan semua teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima Kasih banyak untuk teman-teman semua yang telah hadir saat seminar I dan Seminar II.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa penulisan ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis dalam mengerjakannya, untuk itu saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Samarinda, Februari 2012

Penulis,

Anita Rachmania

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	4
C. Tujuan Masalah.....	4
1. Tujuan Umum	4
2. Tujuan Khusus	5
D. Manfaat Penelitian	6
1. Manfaat Bagi Mahasiswa	6
2. Manfaat Bagi Instansi	6
3. Manfaat Bagi Fakultas	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Air Bersih dan Air Minum.....	7
1. Pengertian	7
2. Syarat – Syarat Kualitas Air	7
3. Pengolahan Air Bersih.....	9
4. Desinfeksi Air Bersih.....	13
B. Penyakit Yang Berhubungan Dengan Air	18
C. Bakteri Indikator Pencemar Air	23
1. Total <i>Coliform</i>	23

2. Metode Uji Kualitas Air Bersih	27
D. Sistem Distribusi Air Minum.....	32
A. Definisi Sistem Distribusi Air Minum	32
B. Kondisi Pipa	34
C. Kehilangan Air	35
D. Deteksi Kebocoran	37
E. Penelitian Terdahulu	38
F. Kerangka Teori	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Jenis Penelitian	41
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	41
C. Populasi dan Sampel Penelitian	42
D. Kerangka Konsep Penelitian	45
E. Hipotesa Penelitian	45
F. Variabel Penelitian	46
G. Definisi Operasional	46
H. Teknik Pengambilan Sampel	49
I. Cara Pelaksanaan Pemeriksaan	49
J. Cara Pengumpulan Data	53
K. Teknik Analisis Data	54
L. Teknik Penyajian Data	56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	57
1. Gambaran umum lokasi penelitian	57
2. Analisis Univariat	60
3. Analisis Bivariat	63
B. Pembahasan	74
1. Kualitas Bakteriologis Air Akibat Jarak Distribusi	74
2. Kualitas Bakteriologis Air Akibat Kebocoran Pipa.....	77
3. Sisa Klor Akibat Jarak Distribusi	80
4. Sisa Klor Akibat Kebocoran Pipa	82

5. Sisa Khlor Dengan Kualitas Bakteriologis Air	84
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	85
B. Saran	86
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN	91

DAFTAR TABEL

No	Judul Tabel	
2.1	Kelas Kualitas air menurut jumlah <i>Escherichia Coli</i>	10
2.2	Penyakit bawaan air dan agennya	27
3.1	Jumlah minimal sampel air minum perpipaan pemeriksaan kualitas bakteriologi	51
3.2	Variabel, Definisi Operasional, Kriteria Objektif, Skala Ukur dan Alat Ukur	55
4.1	Data Pelanggan PDAM Kota Samarinda Wilayah Pelayanan IPA Loa-Bakung	58
4.2	Distribusi Hasil Pemeriksaan Laboratorium Ada Tidaknya Coliform Pada Air Minum	60
4.3	Distribusi Hasil Pemeriksaan Laboratorium Sisa Klor Pada Air Minum	61
4.4	Distribusi Kebocoran Pipa PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012	62
4.5	Distribusi Jarak Titik Sampling Air PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012	63
4.6	Jumlah Coliform Pada Air Minum Berdasarkan Jarak Distribusi PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012	65
4.7	Jumlah Coliform Air Minum Berdasarkan Kebocoran Pipa PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012	67
4.8	Hasil Pemeriksaan Laboratorium Sisa Klor Pada Air Minum Berdasarkan Jarak Distribusi Air PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012	69
4.9	Hasil Pemeriksaan Laboratorium Sisa Klor Berdasarkan Kebocoran Pipa PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012	71

4.10 Hasil Pemeriksaan Laboratorium Sisa Klor dan Kualitas Bakteriologis Air PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012	73
4.11 Distribusi Kebocoran Pipa PDAM Berdasarkan Kecamatan di Kota Samarinda Tahun 2011.....	78

DAFTAR GAMBAR

No	Judul Gambar	
2.1	Proses Pengolahan Air minum	16
2.2	Mekanisme penularan penyakit melalui air	33
2.3	Mekanisme Pemeriksaan Bakteriologis Air	37
2.4	Siklus Pengolahan air hingga ke rumah pelanggan.....	40
2.5	Sambungan Rumah.....	40
2.6	Pengaliran air rumah tangga	47
3.1	Kerangka Konsep Penelitian	53
4.1	Jumlah Coliform Pada Air Minum Berdasarkan Jarak Distribusi PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012.....	64
4.2	Jumlah Coliform Air Minum Berdasarkan Kebocoran Pipa PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012	66
4.3	Hasil Pemeriksaan Laboratorium Sisa Klor Pada Air Minum Berdasarkan Jarak Distribusi Air PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012.....	68
4.4	Hasil Pemeriksaan Laboratorium Sisa Klor Berdasarkan Kebocoran Pipa PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012	70
4.5	Hasil Pemeriksaan Laboratorium Sisa Klor dan Kualitas Bakteriologis Air PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012	72

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul Lampiran	Halaman
1	Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 Persyaratan kualitas air minum	69
2	Permenkes RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tanggal 3 September 1990 tentang syarat-syarat kualitas air bersih.	73

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Hasil survey yang dilakukan WHO (2005), menunjukkan fakta bahwa di Negara berkembang 80% penyakit adalah berhubungan dengan air. 25 % yang lahir di Negara berkembang telah meninggal pada umur sebelum lima hari pada umumnya akibat penyakit yang berhubungan dengan air. Pada setiap saat kurang lebih 400 juta orang yang menderita penyakit perut dan pencernaan (gastroenteritis), 200 juta orang menderita schistosomiasis, 160 juta orang menderita malaria dan 30 juta orang menderita onchocerciasis. Semua jenis penyakit di atas dapat dihubungkan dengan air walaupun faktor-faktor lingkungan yang lain berpengaruh (Kusyanto, 2008).

Menurut Jurnal Profil Kesehatan Indonesia tahun 2008, penyakit saluran cerna termasuk dalam 10 penyakit terbanyak pasien rawat jalan di rumah sakit di Indonesia tahun 2007 dengan berjumlah 1.195.670 penderita sedangkan pasien rawat inap berjumlah 225.212 penderita dengan jumlah 6.590 kematian dengan CFR 2,93% (Suseno, Untung. dkk, 2008)

Kualitas air minum di kota-kota besar di Indonesia masih memprihatinkan. Kepadatan penduduk, tata ruang yang salah dan

tingginya eksploitasi sumber daya air sangat berpengaruh pada kualitas air. Meningkatnya aktivitas penduduk menjadi peranan penting dalam besarnya pencemaran air bersih yang sebagian besar di karenakan limbah rumah tangga dan industri.

Hasil Riskesdas tahun 2007 menyatakan bahwa secara nasional terdapat 16,2% rumah tangga masih rendah dalam pemakaian air bersih, terdiri dari 5,4% memakai air bersih kurang dari 5 liter/orang/hari dan 10,8% memakai air bersih 5-19,9 liter/orang/hari, sehingga mempunyai resiko tinggi untuk mengalami gangguan kesehatan/penyakit. (Profil Kesehatan Indonesia 2008). Berdasarkan Profil Kesehatan Kab/Kota Se-Kaltim tahun 2006 maka dapat diketahui bahwa 740.796 Jumlah KK, hanya 199.144 yang memiliki sarana air bersih (26,8%). Untuk kota Samarinda terdapat 153.638 Kepala Keluarga (KK) sedangkan hanya 43.256 kepala keluarga (KK) yang memiliki sarana air bersih (28,2%).(Purwadianto. Dkk, 2008)

Tingkat pencemaran bakteriologis dalam air minum dikatakan berlebihan, apabila kandungan Coliform melebihi 0 kol/100 ml untuk air (Permenkes No.492/Menkes/Per/2010). Berdasarkan penelitian Ibroni (1997) di Medan maka didapat hasil bahwa terjadi penurunan sisa chlor pada konsumen atau pelanggan yang jaraknya jauh dari proses pengolahan. Sehingga sisa Chlor pada konsumen yang dianjurkan minimal 0,2 mg/l tidak dapat tercapai. Dari penelitian tersebut didapat hasil keadaan sisa chlor pada konsumen atau

pelanggan jarak dari sumber pengolahan yaitu pada jarak dekat 72 % baik, jarak sedang 53 % baik, jarak jauh 43 % baik , yaitu lebih dari 0,2 mg/l.

Kondisi kejadian waterborne disease di Kota Samarinda berdasarkan Rekapitulasi Departemen Kesehatan Januari – Mei Tahun 2011 selalu masuk 10 penyakit terbesar seperti; gastroenteritis sebanyak 30.246 penderita, dermatitis alergica sebanyak 14.645 penderita, dermatitis infectif sebanyak 8.354 penderita dan penyakit infeksi pada usus sebanyak 9.596 penderita.

Terdapat 2 puskesmas pusat di Kecamatan Sungai Kunjang yang terletak di Karang Asam dan Loa-Bakung. Berdasarkan LB 1 Puskesmas Karang Asam periode januari-mei 2011, terdapat 676 penderita penyakit infeksi usus (diare non spesifik, diare spesifik, typhoid, dll) dan 1.124 penderita penyakit kulit (dermatitis infeksi dan alergica). Puskesmas Loa-bakung melaporkan terdapat 252 penderita penyakit infeksi usus (diare non spesifik, diare spesifik, typhoid, dll) dan 331 penderita penyakit kulit (dermatitis infeksi dan alergica).

Data Kebocoran Pipa PDAM periode tahun 2010, menunjukkan pelanggan PDAM Kecamatan Sungai Kunjang sering melaporkan kebocoran pipa yang menyebabkan kotornya air distribusi. Perbaikan kebocoran pipa PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang sebanyak 1.478 (26,14 %) dari 5.880 kebocoran pipa seluruh Samarinda Tahun 2010. Kontribusi ini yang paling tertinggi bila dibandingkan dengan

Kecamatan lain. Berdasarkan penelitian Finansyah (2007) Surabaya bahwa bila pipa bocor, maka sangat dimungkinkan terjadinya kontaminasi air dalam pipa dengan lingkungan di luar pipa yang akan mengakibatkan laju penurunan kadar chlorine berlangsung lebih cepat dan laju pertumbuhan bakteri coli lebih banyak dibanding kondisi pipa tidak bocor.

Oleh karena itu, peneliti ingin mengetahui kualitas bakteriologis dan sisa khlor akibat kebocoran pipa dan jarak distribusi air PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Samarinda tahun 2012.

B. Perumusan Masalah

“Bagaimana kualitas bakteriologis dan sisa khlor akibat kebocoran pipa dan jarak distribusi air PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Samarinda tahun 2012”.

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Mengetahui kualitas bakteriologis dan sisa khlor akibat kebocoran pipa dan jarak distribusi air PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Samarinda tahun 2012.

2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui kualitas bakteriologis air, sisa khlor, kebocoran pipa dan jarak distribusi air PDAM di wilayah Kecamatan Sungai Kunjang tahun 2012.
- b. Mengetahui hubungan antara kualitas bakteriologis air dengan jarak distribusi air PDAM di wilayah Kecamatan Sungai Kunjang tahun 2012.
- c. Mengetahui hubungan antara kualitas bakteriologis air dengan kebocoran pada jaringan perpipaan PDAM di wilayah Kecamatan Sungai Kunjang tahun 2012
- d. Mengetahui hubungan antara sisa khlor dengan jarak distribusi air PDAM di wilayah Kecamatan Sungai Kunjang tahun 2012.
- e. Mengetahui hubungan antara sisa khlor dengan kebocoran pada jaringan perpipaan PDAM di wilayah Kecamatan Sungai Kunjang tahun 2012.
- f. Mengetahui hubungan antara sisa khlor dengan kualitas bakteriologis air minum di Kecamatan Sungai Kunjang.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Bagi Mahasiswa

Adapun manfaat bagi mahasiswa, yaitu :

- a. Mahasiswa dapat menambah pengalaman dalam mengatasi masalah – masalah kesehatan lingkungan yang berhubungan dengan kualitas air.
- b. Mahasiswa dapat menerapkan ilmu-ilmu yang telah diperoleh selama perkuliahan.
- c. Memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat.

2. Manfaat Bagi Instansi

- a. Sebagai sumbangan pemikiran bagi pihak PDAM Tirta Kencana untuk lebih meningkatkan pengawasan pendistribusian air minum ke pelanggan.
- b. Instansi dapat turun berperan aktif dalam mengatasi masalah-masalah kesehatan yang ada di PDAM Samarinda.

3. Manfaat Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat

- a. Dapat memberikan masukan kepada Fakultas Kesehatan Masyarakat tentang beragam masalah kesehatan yang ada.
- b. Fakultas Kesehatan Masyarakat dapat mencetak sarjana kesehatan masyarakat yang professional di bidangnya.
- c. Sebagai masukan bagi peneliti selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air Bersih dan Air Minum

1. Pengertian

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990 Tentang "Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air ", air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.

Sedangkan Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Alasan kesehatan dan teknis yang mendasari penentuan standar kualitas air minum adalah efek-efek dari setiap parameter jika melebihi dosis yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010.

2. Syarat – Syarat Kualitas Air

Untuk menyatakan bahwa air memenuhi persyaratan atau tidak adalah dengan mengacu pada standar kualitas fisik, kimia, dan mikrobiologis yang tercantum pada :

- a. Permenkes RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tanggal 3 September 1990 tentang syarat-syarat kualitas air bersih.
- b. Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 Persyaratan kualitas air minum.

Pada air minum maupun air bersih terdapat beberapa parameter-parameter penting yang berkaitan dengan kualitasnya yaitu :

1) Kualitas Fisik

- a) Bau
- b) Jumlah zat padat terlarut
- c) Rasa
- d) Suhu dan temperatur
- e) Warna

2) Kualitas Kimia

Kembali meliputi bahan atau zat kimia beracun yang terkandung di dalam air, zat-zat kimia beracun tersebut antara lain Air Raksa (Hg), Besi (Fe), Florida (F), Cadmium (Cd), Khlorida (Cl), Chroom, Mangan (Ng), Ph, Amonia (NH₃), dan CO₂.

3) Mikro Biologi

Di dalam air terdapat mikro organisme yang bersifat vatogen terhadap manusia seperti :

- a) Bakteri yang terdapat di dalam air : *Salmonella Typosa*,
Sigella Dysentriaye, *Vibriyo Comma*.
- b) Protozoa : *Disentri amoeba*
- c) Cacing : Larva, *Scherichia coli*
- d) Virus : Poliomyelitis (Henriquez, 1999).

Kualitas air bersih apabila ditinjau berdasarkan kandungan bakterinya menurut *coliform* total dapat dibedakan ke dalam 5 kategori sebagai berikut.

Tabel 2.1. Faktor Kelas Menurut bakteri E. Coli

Kelas Kualitas	Coliform Total
A (Baik)	≤ 50
B (Kurang Baik)	51 – 100
C (Jelek)	101 – 1000
D (Amat Jelek)	1001 – 2400
E (Sangat Amat Jelek)	> 2400

Sumber : Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Metode Pengambilan Contoh Air Dan Pemeriksaan Bakteriologi Air, 1995

3. Pengolahan Air

a. Tujuan Pengolahan Air

Dalam proses pengolahan air memiliki tujuan diantaranya :

- 1) Tujuan khusus :
 - a) Mengurangi kekeruhan
 - b) Mengurangi warna
 - c) Menghilangkan rasa bau
 - d) Membunuh bakteri dan penyakit

2) Tujuan umum :

- a) Menghasilkan air minum yang aman dikonsumsi oleh manusia.
- b) Menghasilkan air minum sesuai dengan kebutuhan konsumen.
- c) Menghasilkan air minum dengan menggunakan sarana yang ada dengan efisien (Suriawiria, 1991).

b. Proses Pengolahan Air Bersih

Menurut Sutrisno dkk, 2004, dalam proses pengolahan air bersih pada umumnya dikenal dengan dua cara, yakni :

- 1) Pengolahan lengkap (*Complete Treatment Process*), yaitu air akan mengalami pengolahan lengkap baik physics, kimiawi dan bakteriologik.
- 2) Pengolahan sebagian (*Partial Treatment Process*), misalnya diadakan pengolahan kimia dan/atau pengolahan bakteriologis saja.

c. Unit-Unit Pengolahan Air Minum

1) Bangunan Penangkap Air

Bangunan penangkap air merupakan suatu bangunan untuk menangkap/mengumpulkan air dari suatu sumber asal air, untuk dapat di manfaatkan.

2) Bangunan Pengendap Pertama

Bangunan pengendap pertama dalam pengolahan ini berfungsi untuk mengendapkan partikel-partikel padat dari air sungai dengan gaya gravitasi. Pada proses ini tidak ada pembubuhan zat/bahan kimia.

3) Pembubuhan koagulant

Koagulant adalah bahan kimia yang dibutuhkan pada air untuk membantu proses pengendapan partikel-partikel kecil yang tak dapat mengendapkan dengan sendirinya (secara gravimetris). Unit ini berfungsi untuk membubuhkan koagulant secara teratur sesuai dengan kebutuhan (dengan dosis yang tepat).

Bahan/zat kimia yang dipergunakan sebagai koagulant adalah *Aluminium sulfat*, biasa disebut tawas.

4) Bangunan Pengaduk Cepat

Unit ini untuk meratakan bahan/zat kimia (koagulant) yang ditambahkan agar dapat bercampur dengan air secara baik, sempurna dan cepat.

5) Bangunan Pembentuk Flok

Berfungsi untuk membentuk partikel padat yang lebih besar supaya dapat diendapkan dari hasil reaksi partikel kecil (koloidal) dengan bahan/zat koagulant yang kita bubuhkan.

6) Bangunan Pengendap Kedua

Unit ini berfungsi untuk mengendap flok yang terbentuk pada unit bak pembentuk flok. Pengendapan di sini dengan gaya berat flok itu sendiri (gravitasi).

7) Filter (saringan)

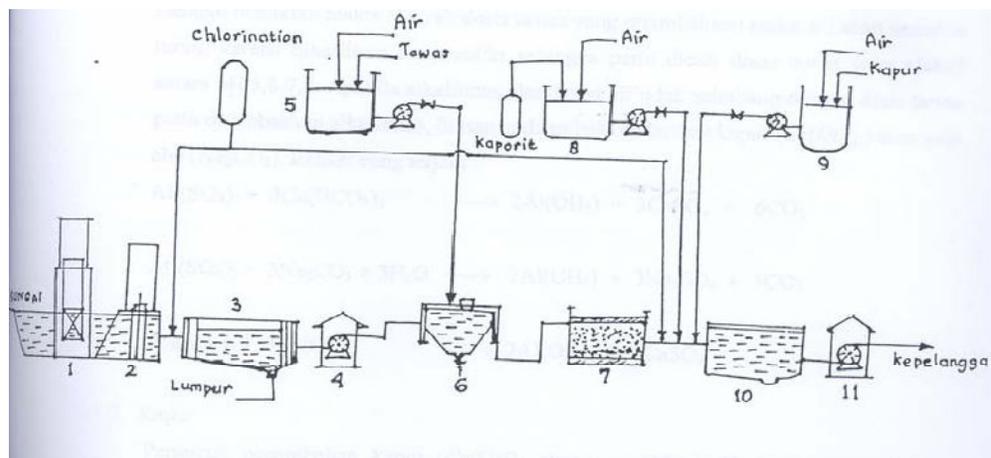
Dalam proses penjernihan air minum diketahui 2 macam filter :

- a) Saringan pasir lambat (*slow sand filter*)
- b) Saringan pasir cepat (*rapid sand filter*)

8) Reservoir

Air yang telah melalui filter sudah dapat dipakai untuk air minum. Air tersebut telah bersih dan bebas dari bakteriologis dan ditampung pada bak reservoir (tandon) untuk diteruskan pada konsumen (Sutrisno dkk,2004).

Gambar 2.1. Proses Pengolahan Air Minum



4. Desinfeksi Air Bersih

a. Cara – Cara Desinfeksi Air Bersih

Kita menyadari bahwa tiap manusia berharap bisa mengkonsumsi air bersih secara layak dan memenuhi syarat kesehatan, agar bisa terhindar dari faktor-faktor penularan penyakit melalui air, penularan penyakit dalam air bisa saja terjadi pada proses pengonsumsi air bersih itu sendiri, yaitu mulai dari sumber airnya, distribusinya, penyimpanan dan pemanfaatannya.

Beberapa cara yang dilakukan dalam desinfeksi terhadap bakteri pathogen antara lain :

- 1) Cara Kimia yaitu dengan penambahan bahan kimia.
- 2) Cara Fisik yaitu dengan sistem pemanasan atau penyinaran.
- 3) Cara Mekanis yaitu dengan sistem pengendapan, saringan pasir lambat, saringan pasir cepat dan lain-lain (Depkes RI, 1997)

Desinfeksi yang umum dilakukan adalah dengan chlorinasi (karena murah, mudah didapat, dan mudah penanganannya), walaupun ada cara lain namun jarang dilakukan pada skala besar yaitu, ozon atau dengan ultra violet (Giyantini, 2004). Bahan chlorine selain berperan sebagai desinfektan terhadap air, dalam

mengendalikan keberadaan mikroorganismenya dan sebagai oksidan, dapat juga dipakai sebagai :

- 1) Mengoksidasi Fe dan Mn
- 2) Menghilangkan warna di air
- 3) Menghilangkan rasa tak enak di dalam air
- 4) Menghilangkan Amonia nitrogen

Hal pokok yang perlu diingat adalah bahwa di dalam proses desinfeksi tujuan utamanya adalah diperolehnya suatu angka pengaman dari proses itu sendiri. Karena yang digunakan berupa senyawa chlor sehingga harus didapatkan sisa chlor aktif (residual chlorine) yang tepat di dalam air.

- a) Pengertian Chlorinasi dalam Air.

Chlorinasi bisa diartikan sebagai kegiatan penyucian terhadap air dengan menggunakan bahan gas atau senyawa chlorine sejenisnya.

- b) Tujuan chlorinasi

Tujuan utama chlorinasi dalam air adalah untuk menghancurkan bakteri pathogen melalui daya germisidal dari senyawa chlor terhadap bakteri.

- c) Bahan dan senyawa chlor yang dipakai dalam proses chlorinasi

Senyawa-senyawa chlor yang biasa digunakan dalam proses chlorinasi adalah : Gas chlor, Calsium Hypochlorit dan Sodium Chlorit (Giyantini, 2004).

b. Faktor - Faktor yang berpengaruh dalam chlorinasi.

Menurut penelitian Rohim (2006), Air adalah merupakan larutan yang kompleks dari banyak senyawa, dalam proses chlorinasi harus memperhatikan zat, bahan atau senyawa lain yang akan mempengaruhi proses tersebut, yaitu :

- 1) Padatan tersuspensi yang terkandung dalam air, karena dapat melindungi bakteri dari efek chlorine.
- 2) Kandungan bahan organik dalam air, karena dapat bereaksi dengan chlor bebas sehingga chlorine akan bersifat lemah sebagai desinfektan, bahkan sifat tersebut akan hilang sama sekali.
- 3) Kandungan amonia dalam air, karena chlor bebas akan membentuk chloramines atau kombinasi sisa chlor yang sifatnya lebih rendah bila dibanding dengan sisa chlor bebas.
- 4) Derajat keasaman air (pH), chlorinasi lebih efektif pada kondisi pH kurang dari 7,2 dan pada kondisi pH diatas 7,6 chlorinasi kurang efektif lagi.
- 5) Suhu dalam air, karena berpengaruh pada reduksi terhadap bakteri. Reduksi akan berjalan lambat pada kisaran suhu (35 – 40)° F dan akan efektif pada kisaran suhu (70 – 75)° F.

- 6) Waktu kontak, akan mempengaruhi DPC dalam air serta kecepatan pencapaian kandungan chlor bebas dalam air. Menurut pendapat (Buckle, et.all, 1987) bahwa sebanyak 0,05 mg.l-1 chlor bebas dalam waktu reaksi 10 menit pada pH 7,0 akan mempunyai efek yang sama terhadap bakteri, seperti reaksi 0,6 mg.l-1 sisa chlor dalam bentuk tergabung selama 60 menit.
- 7) Kandungan Nitrit dalam air, karena bisa menghilangkan chlor bebas dan menghasilkan warna dalam air.
- 8) Kandungan Mangan, karena bisa menimbulkan penyimpangan warna dalam air.
- 9) Kandungan zat besi, karena dalam bentuk ion bisa bereaksi dengan chlor bebas dan mengurangi kekuatan daya bunuh chlorine, serta menyebabkan bahan chlor yang dibutuhkan jadi lebih banyak.

Tujuan utama dalam proses chlorinasi adalah akan dicapainya residu chlorin yang sesuai dengan parameter kualitas kimia air bersih yang ditentukan yaitu 200 s/d 600 mg/l sesuai dengan Permenkes RI. No. 416 tahun 1990.

c. Sisa Klor

Sisa klorin dalam air mengindikasikan dan memastikan bahwa air sudah steril dari Microba. Klorin dalam bentuk gas bereaksi dengan air sebagai berikut :



HOCl dengan mudah dapat memasuki kulit luar atau bagian pelindung bakteri yang secara alami bermuatan negatif. Dengan demikian HOCl secara efektif membunuh bakteri tersebut. (Lentech, 2006). Ketika klorin dilarutkan dalam air, ia akan bereaksi dengan semua zat organik dan anorganik yang tersedia dalam air. Klorin yang telah bereaksi dengan zat tersebut tidak lagi dapat berguna sebagai disinfektan. Sisa klorin setelah terjadinya reaksi tersebut disebut sebagai sisa klorin aktif (HOCL dan OCL). Sisa klorin inilah yang menjaga selalu tersedia disinfektan dalam pipa distribusi air jika sewaktu waktu ada kontaminan yang masuk dalam jaringan. Namun demikian, selama perjalanannya sepanjang pipa, HOCL dan OCL bereaksi dengan zat yang terkandung dalam air maupun dengan dinding pipa, sehingga selalu berkurang. Adapun reaksi-reaksi yang mempengaruhi menurunnya sisa klorin adalah sebagai berikut :

1) *Bulk Reaction*

Ini adalah reaksi antara klorin dengan substansi di sekitarnya dalam air.

2) Reaksi dengan dinding pipa (*Wall Reaction*)

Selain bereaksi dengan substansi di sekelilingnya, klorin juga bereaksi dengan dinding pipa. Dalam hal ini, luasan dinding tempat terjadinya reaksi merupakan parameter tambahan.

Selain luasan dinding tersebut, reaksi kimia juga tergantung pada transfer masa ke arah dinding pipa tersebut. (Rossman, 2000)

B. Penyakit Yang Berhubungan Dengan Air

Air sangat penting di dalam mendukung kehidupan manusia, air juga mempunyai potensi yang sangat besar jika air tersebut tercemar, dalam menularkan atau mentransmisikan berbagai penyakit. Di Negara sedang berkembang diperkirakan dua milyar manusia hidup tanpa air yang aman dan sanitasi yang tidak memadai.

Menurut Soemirat (2002), secara khusus, pengaruh air terhadap kesehatan dapat bersifat langsung maupun tidak langsung.

1. Pengaruh Tidak Langsung

Pengaruh tidak langsung adalah pengaruh yang timbul sebagai akibat pendayagunaan air yang dapat meningkatkan atau pun menurunkan kesejahteraan masyarakat. Misalnya, air yang dimanfaatkan untuk pembangkit tenaga listrik, untuk industri, untuk irigasi, perikanan, pertanian, dan rekreasi dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Sebaliknya pengotoran air dapat menurunkan kesejahteraan masyarakat.

2. Pengaruh Langsung

Air minum atau air konsumsi penduduk dapat menyebabkan penyakit seperti :

a. Air di dalam tubuh manusia, berkisar antara 50 -70 % dari seluruh berat badan. Karenanya orang dewasa perlu minum minimum 1,5 – 2 liter air sehari. Kekurangan air ini menyebabkan banyaknya didapat penyakit batu ginjal dan kandung kemih di daerah tropis seperti Indonesia, karena terjadinya kristalisasi unsur –unsur yang ada di dalam cairan tubuh.

b. Penyebab Penyakit Menular

Air yang telah tercemar oleh bakteri penyebab berbagai penyakit, dapat menularkan kepada manusia atau hewan melalui empat mekanisme:

1) Water Borne Disease

Mekanisme penyebaran penyakit dimana pathogen penyebab penyakit berada dalam air yang telah tercemar dan dapat menyebabkan penyakit infeksi bila terminum oleh manusia atau hewan. Hal ini karena air tersebut mengandung kuman pathogen.

Menurut Soemirat (2002) penyakit yang disebabkan oleh pathogen penyebab penyakit berada dalam air yang telah tercemar adalah :

a. Kolera

Penyakit kolera disebabkan oleh *Vibrio cholera*. Kolera adalah penyakit usus halus yang akut dan berat, sering mewabah yang mengakibatkan kematian.

b. Tifoid

Tifoid merupakan penyakit yang menyerang usus halus, penyebabnya adalah *Salmonella typhi*.

c. Hepatitis A

Hepatitis A dikenal juga sebagai Hepatitis infectiosa, disebabkan oleh Virus hepatitis A. Penyakit ini dapat menyebar secara langsung dari orang ke orang, secara tak langsung lewat air, makanan yang terkontaminasi virus, dan lewat udara.

d. Poliomyelitis

Penyakit ini seringkali disebut “Polio” saja ataupun dikenal sebagai kelumpuhan anak-anak. Polio disebabkan oleh virus. Polio meninggalkan cacat, menyebar lewat lingkungan air yang tidak saniter.

e. Diare

Di Indonesia, diare adalah pembunuh balita nomor dua setelah ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut). Diare adalah buang air besar dalam bentuk cairan lebih dari tiga kali dalam satu hari dan biasanya berlangsung selama dua hari atau lebih.

2) Water Washed Disease

Mekanisme penyebaran penyakit bila suatu penyakit infeksi dapat dicegah dengan memperbanyak volume pemakaian air serta memperbaiki hygiene perorangan. Contoh penyakit yang disebabkan adalah penyakit infeksi saluran pencernaan, penyakit infeksi kulit dan selaput lendir, penyakit yang ditimbulkan oleh insekta pada kulit dan selaput lendir.

3) Water Based Disease

Cara penyebaran penyakit ini terjadi bila sebagian siklus hidup penyebab penyakit memerlukan hospes perantara seperti siput air. Infeksi pada manusia dapat dicegah dengan menurunkan keinginan dengan kontak dengan air, mengontrol populasi siput air, dan memperbaiki kualitas air. Contoh penyakit yang disebabkan adalah Schistomiasis.

4) Insect Vector Disease

Strategi pencegahan penyebaran penyakit dapat melalui perbaikan pengelolaan air permukaan, menghilangkan tempat- tempat perkembangbiakan serangga yang menjadi vektor penyebaran penyakit infeksi (Soemirat, 2002).

3. Beberapa Penyakit Bawaan Air dan Agennya

Penyakit bawaan air disebabkan oleh banyak agen penyakit seperti virus, bakteri, protozoa, metazoa dan lain-lain seperti yang tercantum dalam tabel di bawah ini :

Tabel 2.2. Beberapa Penyakit Bawaan Air dan Agennya

Agen	Penyakit
Virus	
Rotavirus	Diare pada anak
Virus Hepatitis A	Hepatitis A
Virus Poliomyelitis	Polio (myelitis anterior acuta)
Bakteri	
Vibrio Cholerae	Cholera
Escherichia Coli	Diare
Enteropatogenik	
Salmonella thypi	Typhus abdominalis
Salmonella parathypi	Paratyphus
Shigella dysenteriae	Dysenterie
Agen	
Penyakit	
Protozoa	
Entamuba histolytica	Dysentrie amoeba
Balantidia coli	Balantidiasis
Giardia lamblia	Giardiasis
Metazoa	
Ascaris lumbricoides	Ascariasis
Clonorchis sinensis	Clonorchiasis
Diphyllobothrium latum	Diphyllobothriasis
Taenia saginata/solium	Taeniasis
Schistosoma	Schistosomiasis

(Sumber : KLH, 2004) KLH, 2004, *Dampak pencemaran air*, Jakarta.

C. Bakteri Indikator Pencemaran Air

1. Total *Coliform*

Berbagai mikrobia patogen seringkali ditularkan melalui air yang tercemar sehingga dapat menimbulkan penyakit pada manusia maupun hewan. Mikrobia ini biasanya terdapat dalam saluran pencernaan dan yang mencemari air melalui tinja. Mikrobia asal tinja yang sering menyebabkan penyakit yang ditularkan melalui air (*water-borne disease*) mencakup *Salmonella typhi*, *Shigella spp.*, *Salmonella paratyphi*, dan *Vibrio cholerae*. Disentri yang disebabkan oleh *Campylobacter jejuni* dan *E. coli* dapat pula ditularkan melalui air.

Keragaman mikroba yang dapat menimbulkan penyakit ini menyebabkan para ahli mencari indikator untuk menunjukkan adanya mikrobia patogen sehingga dapat diketahui kualitas mikrobiologi atau sanitasi air. Sebagai indikator banyak digunakan kelompok coliform, meskipun dapat digunakan indikator lainnya.

Yang dimaksud golongan *coliform* adalah bakteri batang Gram negatif, tidak membentuk spora, dan fakultatif anaerobik, tumbuh dengan adanya garam empedu, dan memfermentasikan laktosa dengan menghasilkan asam dan gas pada suhu 37°C, oksidase negatif. Berdasarkan asal dan sifatnya kelompok bakteri *Coliform* dibagi menjadi dua golongan yaitu:

- a. Coli – Fecal, Seperti E . coli yang berasal dari tinja manusia.
- b. Coli–non Fecal, seperti aerobakteri dan klebsiele yang lebih banyak didapatkan di dalam habitat tanah dan air daripada di dalam usus, umumnya tidak patogen.

Perbedaan antara kedua kelompok ini terletak pada temperatur inkubasi selama fermentasi kaldu laktosa, kandungan bakteri *Coliform* serta sifat-sifat biokimia lainnya. Faeses atau tinja sering disebut najis artinya kehadiran didalam substrat atau benda yang berhubungan dengan kepentingan manusia, sangat tidak diharapkan karena adanya hubungan antara tinja dan bakteri colliform, kehadiran materi fecal berarti jika suatu substrat didapatkan bakteri ini langsung maupun tidak langsung substrat tersebut tercemar oleh tinja (Suriawiria,1991).

Pemeriksaan kehadiran bakteri Colliform di dalam air dilakukan berdasarkan penggunaan medium kaldu laktosa yang ditempatkan dalam tabung reaksi berisi tabung durham (tabung kecil yang letaknya terbalik, digunakan untuk menangkap gas yang terjadi akibat fermentasi laktosa menjadi asam dan gas).

Adanya bakteri fecal (tinja) di dalam air ditentukan berdasarkan tes tertentu dengan perhitunga tabel hopkins, yang lebih dikenal dengan tabel MPN (*Most Probable Number*) atau tabel JPT (Jumlah Perkiraan Terdekat). Tabel tersebut dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah bakteri Colliform dalam 100 ml air.

Bila tinja seseorang yang sakit mengandung bakteri tersebut masuk ke badan air, maka bakteri-bakteri tersebut tetap hidup selama beberapa hari sebelum mati. Bila air tersebut diminum oleh manusia maka bakteri patogen masuk sekali lagi ke dalam usus manusia dan akan berkembang biak sehingga dapat menyebabkan penyakit. Jadi air disini berfungsi sebagai pembawa penyakit.

Mikroorganisme tersebut dapat berupa bakteri, virus, protozoa, ataupun cacing-cacing parasit. Coliform bacteria yang dikenal sebagai *Escherichia coli* dan *fecal streptococci* (*enterococci*) yang sering terdapat pada hewan-hewan berdarah panas dalam jumlah besar rata-rata sekitar 50 juta per gram tinjanya.

Organisme ini merupakan organisme indikator yang meliputi *E. coli* yang berasal dari saluran pencernaan makanan binatang berdarah panas. Adanya organism Coliform menunjukkan kemungkinan adanya patogen, baik virus ataupun bakteri (Suparmin, 2002).

Bakteri golongan Coli ini berasal dari usus besar (*faeces*) dan tanah. Bakteri pathogen yang mungkin ada dalam air antara lain adalah :

- a. *Bakteri typhsum.*
- b. *Vibrio colerae.*
- c. *Bakteri dysentriae.*

d. *Entamoeba histolytica*.

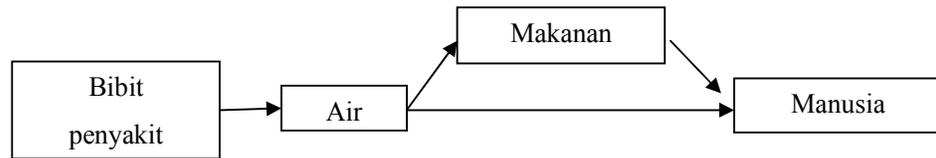
e. *Bakteri enteritis* (penyakit perut).

Air yang mengandung golongan Coli dianggap telah terkontaminasi (berhubungan) dengan kotoran manusia. Dengan demikian dalam pemeriksaan bakteriologi, tidak langsung diperiksa apakah air itu telah mengandung bakteri patogen, tetapi diperiksa dengan indikator bakteri golongan Coli (Sutrisno, 2004).

Pemakaian bakteri coliform ini dalam analisis bakteriologi air minum didasarkan pertimbangan-pertimbangan antara lain :

- a) Bakteri coliform berasal dari/banyak terdapat dalam kotoran manusia (binatang berdarah panas).
- a) Terdapat dalam jumlah yang sangat banyak dan mudah cara mengidentifikasinya.
- b) Lebih tahan hidup di udara terbuka, agak lama dibandingkan dengan kuman-kuman patogen.

Selain digunakan sebagai tempat berkembang biak berbagai macam penyakit, air juga merupakan media penularan penyakit, proses penularan penyakit melalui air ada 2 cara, langsung diminum dan digunakan untuk mengolah makanan. Secara sederhana gambaran dari mekanisme penularan penyakit melalui air adalah sebagai berikut : (Hefni Efendi 2003)



Gambar 2.2. Mekanisme Penularan Penyakit Melalui Air

2. Metode Uji Kualitas Air Bersih

Pada prinsipnya tujuan pengujian air minum ialah untuk mengetahui ada tidaknya mikroorganisme patogen. Akan tetapi di dalam praktek orang jarang sekali menemukan *shigella*, *salmonella* atau *vibrio* dari contoh air yang sedang di selidiki. Oleh karena itu pengujian air didasarkan ada tidaknya bakteri dari golongan “kolon” saja. Bakteri kolon terdiri dari atas berbagai bakteri yang merupakan penghuni biasa dari usus tebal manusia atau hewan yang sehat maupun yang sakit, misalnya *Escherichia Coli* dan *Aerobacter aerogenes*.

Kehadiran bakteri kolon di dalam suatu contoh air menunjukkan adanya pencemaran (pollution) yang berasal dari kotoran manusia atau hewan, dan hal ini di anggap identik dengan adanya bakteri patogen. Pengujian air dilakukan bertahap.

a. Tahap Pertama ialah “Uji Dugaan” (*Presumptive Test*)

Tabung reaksi berisi 10 ml medium cair yang dicampuri laktosa diisi dengan dengan 1 – 5 ml dari sampel air. Volume inokulum ini bergantung pada asal-usul sample air tersebut.

Jika diduga air contoh tersebut banyak mengandung kotoran, maka cukuplah di ambil 1 ml saja untuk diinokulasikan ke dalam tabung reaksi tersebut.

Di dalam medium cair tersebut lebih dulu diletakkan tabung Durham dalam posisi terbalik. Jika dalam waktu 48 jam tabung-tabung Durham mengandung gas, test dinyatakan positif. Sebaliknya, jika setelah 48 jam tidak ada gas, test dikatakan negative dan ini berarti bahwa air aman untuk diminum.

Mungkin sekali gas yang tertampung dalam tabung Durham itu berasal dari sel-sel ragi atau dari mikroorganisme yang lain yang gram positif, misalnya *Clostridium perfringens*. Untuk menghilangkan keragu-raguan ini perlulah diadakan test selanjutnya, yaitu "uji kepastian".

b. Tahap Kedua ialah "Uji Kepastian" (*Confirmed Test*)

Ada dua cara untuk melakukan test ini.

- 1) Ujian dapat dikerjakan seperti tersebut pada (1), hanya didalam medium perlu ditambahkan zat warna hijau berlian. Kepada medium ini kemudian diinokulasikan sejumlah ml air yang mengandung bakteri yang menghasilkan gas. Hijau berlian berguna untuk menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan menggiatkan pertumbuhan bakteri golongan

kolon. Jika timbul gas sebelum 48 jam berakhir, test ini disebut positif.

- 2) Cara yang kedua adalah dengan menginokulasikan air yang menghasilkan gas tersebut ke dalam cawan petri berisis medium yang mengandung laktosa dan eosin biru metilen, atau laktosa dan endo biru metilen. Jika dalam 24 jam tumbuh koloni – koloni berinti dan mengkilap seperti logam, test ini berarti positif

Kadang-kadang orang masih melakukan satu ujian lagi demi kesempurnaannya; test ini disebut “uji kesempurnaan”.

- c. Tahap Ketiga ialah “Uji Kesempurnaan”

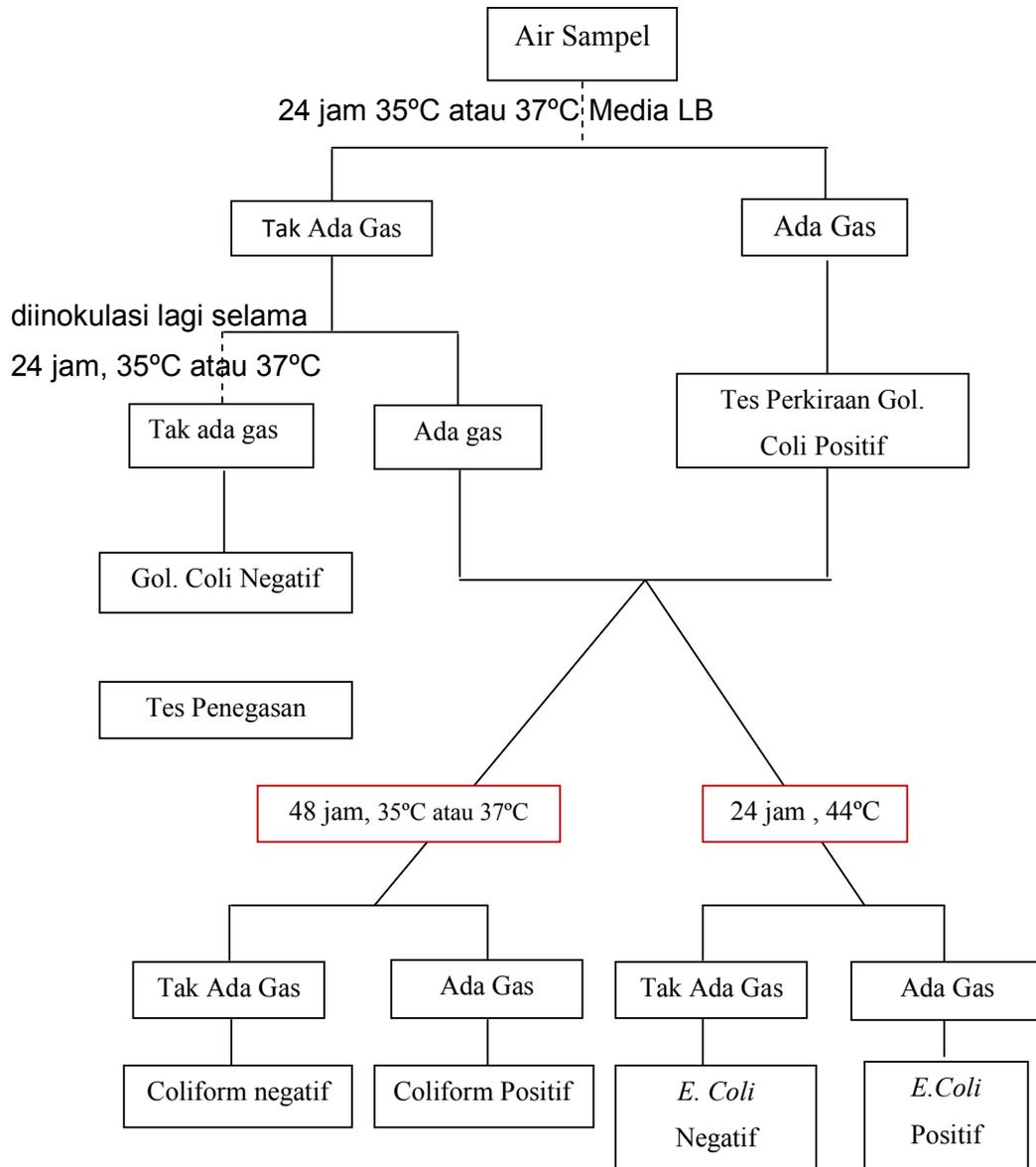
Untuk ini diambillah inokulum dari suatu koloni terpencil pada cawan petri tersebut di (2), b. Inokulum dimasukkan ke dalam medium cair yang mengandung laktosa, dan dari inokulum tersebut juga dibuat gesekan-gesekan pada agar-agar miring. Jika kemudian timbul gas dalam cairan laktosa, lagipula pada agar-agar miring ditemukan basil-basil gram negative yang berspora, maka pastilah ada golongan bakteri kolon dalam contoh air semula.

- d. Perhitungan Jumlah Pada Lempengan (*Standart Plate Count*)

Kemurnian air minum sebenarnya sudah cukup terjamin bila lulus dalam test-test tersebut di atas. Akan tetapi seringkali secara sukarela masih diadakan pengujian dengan cara

“menghitung jumlah koloni pada agar-agar lempengan yang telah ditetapkan”, disingkat “Penjumlahan Pada Lempengan” (*Standart Plate Count*). Untuk ini, satu atau lebih ml air contoh dicampurkan ke dalam cawan agar-agar yang belum beku mengandung glukosa tripton. Setelah itu, sebagian dari cawan-cawan disimpan dalam suhu 20°C selama 48 jam dan sebagian lain dalam suhu 35°C selama 24 jam. Kalau jam-jam yang sudah ditentukan itu berakhir, jumlah koloni-koloni dihitung. Jika jumlah yang ditemukan pada masing-masing lempengan itu kurang daripada standart yang telah ditetapkan, maka air di anggap murni. (Dwijoseputro,2005)

Skema diagram analisa dan pemeriksaan kualitas bakteriologis air untuk (golongan coli atau total Coliform) dan E. Coli, bisa dilihat pada gambar skema di bawah ini :



Gambar 2.3. Skema Pemeriksaan Bakteriologis Air

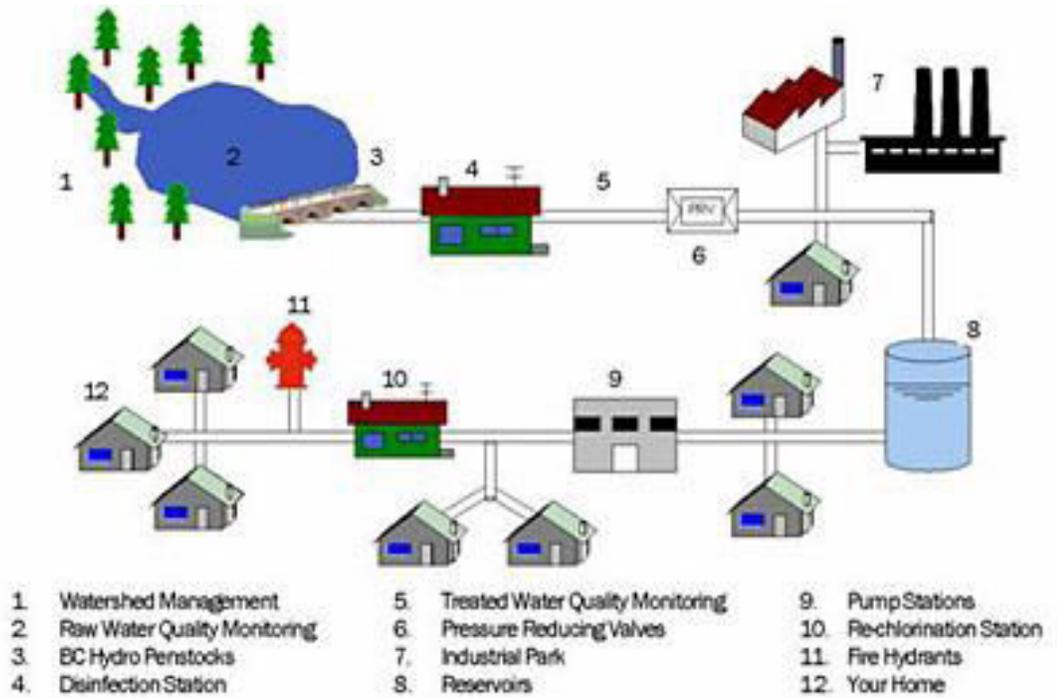
D. Sistem Distribusi Air Bersih

1. Definisi Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi adalah sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Sistem ini meliputi unsur sistem perpipaan dan perlengkapannya, hidran kebakaran, tekanan tersedia, sistem pemompaan (bila diperlukan), dan reservoir distribusi.

Sistem distribusi air minum terdiri atas perpipaan, katup-katup, dan pompa yang membawa air yang telah diolah dari instalasi pengolahan menuju pemukiman, perkantoran dan industri yang mengkonsumsi air. Juga termasuk dalam sistem ini adalah fasilitas penampung air yang telah diolah (reservoir distribusi), yang digunakan saat kebutuhan air lebih besar dari suplai instalasi, meter air untuk menentukan banyak air yang digunakan, dan keran kebakaran (Septian, 2011).

Berikut adalah beberapa gambar distribusi air bersih dari reservoir hingga ke rumah pelanggan



Gambar 2.4. Proses Pengolahan air bersih hingga distribusi ke rumah pelanggan.



Gambar 2.5. Sambungan Rumah

2. Kondisi Pipa

Kondisi pipa dapat mengakibatkan timbulnya pencemaran terhadap air dan disamping itu juga debit air dapat terbuang secara percuma. Kondisi pipa yang bocor akan menyebabkan terjadinya kontaminasi oleh mikroorganisme pada jaringan distribusi, karat pipa akan menambah kadar Fe, warna, bau pada air bersih. Hal ini akan menurunkan kualitas air bersih tersebut dan membawa bibit penyakit yang merugikan masyarakat (Azwar, 1990).

Menurut Said (2002), kontaminasi air bersih yang dipasok untuk keperluan masyarakat umum dapat terjadi karena korosi dari perpipaannya, jenis pipa yang digunakan pada distribusi air bersih. Umumnya jenis pipa yang digunakan adalah dari bahan besi galvanis, tembaga, semen asbestos, atau dari bahan polimer misalnya PVC dan lainnya. Semua bahan- bahan tersebut dapat memberikan kontribusi di dalam pencemaran air bersih terutama apabila pH air agak rendah dan bersifat korosif.

Menurut penelitian Siregar (2010), Adanya kerusakan atau kebocoran pipa dapat menyebabkan masuknya air tanah kedalam sistem distribusi terutama apabila tekanan airnya rendah dan lebih kecil dari tekanan air tanah. Dengan masuknya air tanah ke dalam sistem distribusi akan menyebabkan pencemaran baik secara kimiawi maupun pencemaran bakteriologis.

3. Kehilangan Air

Tingkat Kehilangan Air adalah persentase perbandingan antara kehilangan air dan jumlah air yang dipasok ke dalam jaringan perpipaan air.

Masalah paling nyata dari kehilangan air secara teknis adalah kebocoran. Thornton (2008) menyebutkan sebelas penyebab umum dari adanya kebocoran, yaitu:

- a. Pemasangan instalasi dan tingkat kerja yang buruk.
- b. Material yang buruk.
- c. Ketidaksesuaian material dengan pemasangan.
- d. Pemadatan dalam penimbunan tanah yang tidak baik, di mana tanah belum padat tetapi pekerjaan sudah dianggap selesai, atau penimbunan secara “asal”.
- e. Tingkat tekanan air.
- f. Fluktuasi tekanan.
- g. Kelebihan tekanan.
- h. Pengaratan.
- i. Getaran dan beban kendaraan bermotor.
- j. Kondisi lingkungan, seperti udara dingin.
- k. Buruknya jadwal pemeliharaan.

Program penanganan Real Losses, mencakup 4 (empat) komponen utama, yaitu :

- a. Pendeteksian kebocoran air secara lebih efektif.

- b. Pengelolaan tekanan air dan pengendalian level tekanan air.
- c. Membenahi sistem, dengan pemeliharaan, penggantian dan rehabilitasi.
- d. Meningkatkan kecepatan dalam merespon laporan untuk perbaikan kebocoran pipa.

Kemungkinan terjadinya kontaminasi di dalam sistem jaringan dapat terjadi apabila (Depkes RI, 1997) :

- a. Ada kerusakan pada jaringan tersebut
- b. Tanda-tanda kebocoran, seperti genangan air atau kelembaban di jalan-jalan, dimana pipa air lewat, timbulnya lumut pada dinding air, air tidak mengalir di suatu tempat atau mengalirnya terlalu kecil.
- c. *Back siphonage* yaitu masuknya air bekas dipakai ke dalam sistem distribusi ketika sedang menyambung atau memperbaiki.
- d. Kegagalan mendesinfeksi atau tidak dilakukannya desinfeksi pada bagian yang harus di perbaiki.

Penyakit bawaan air tidak saja disebabkan oleh air minum yang tidak memenuhi standart, tetap juga dipengaruhi oleh berbagai faktor sebagai berikut (Soemirat, 2002) :

- a. Air buangan yang lebih berbahaya, tetapi tidak dikelola, sehingga meskipun air minum memenuhi standart, penyakit bawaan air masih akan tetap banyak

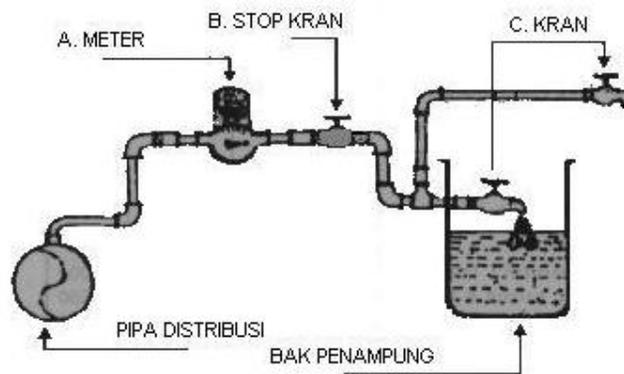
- b. Air bersih sering ditampung dirumah ataupun di angkut dari kran umum kerumah, maka apabila wadah air ini tidak bersih sehingga air yang telah sehat atau aman akan berbahaya kembali.

4. Deteksi Kebocoran

Untuk mengetahui jika terjadi kebocoran yang tidak tepat misalnya rembesan dari keretakan pipa, dapat diatasi dengan alat pendeteksi kebocoran yang disebut *Leak Detector*. Sedangkan upaya untuk mengurangi terjadinya kehilangan air yang lebih besar dalam perencanaan sistem distribusi air dilakukan pembagian wilayah atau zoning untuk memudahkan pengontrolan kebocoran pipa serta pemasangan meteran air.

Untuk mendeteksi kebocoran pada instalasi pipa air minum di rumah dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Tutup seluruh kran air, dan amati meteran air. Lihat jarum pada meter air indikator penunjuk aliran air masih terus berputar, maka bisa dipastikan ada kebocoran pada instalasi pipa air minum (Nurhayati, 2010).



Gambar 2.6. Mekanisme pengaliran alir rumah tangga

E. Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian Afrilian (2004) di Semarang didapatkan bahwa ada hubungan antara jarak perpipaan dengan jumlah *Escherichia coli* ($p= 0,002$) pada distribusi air perpipaan dari sumber mata air.

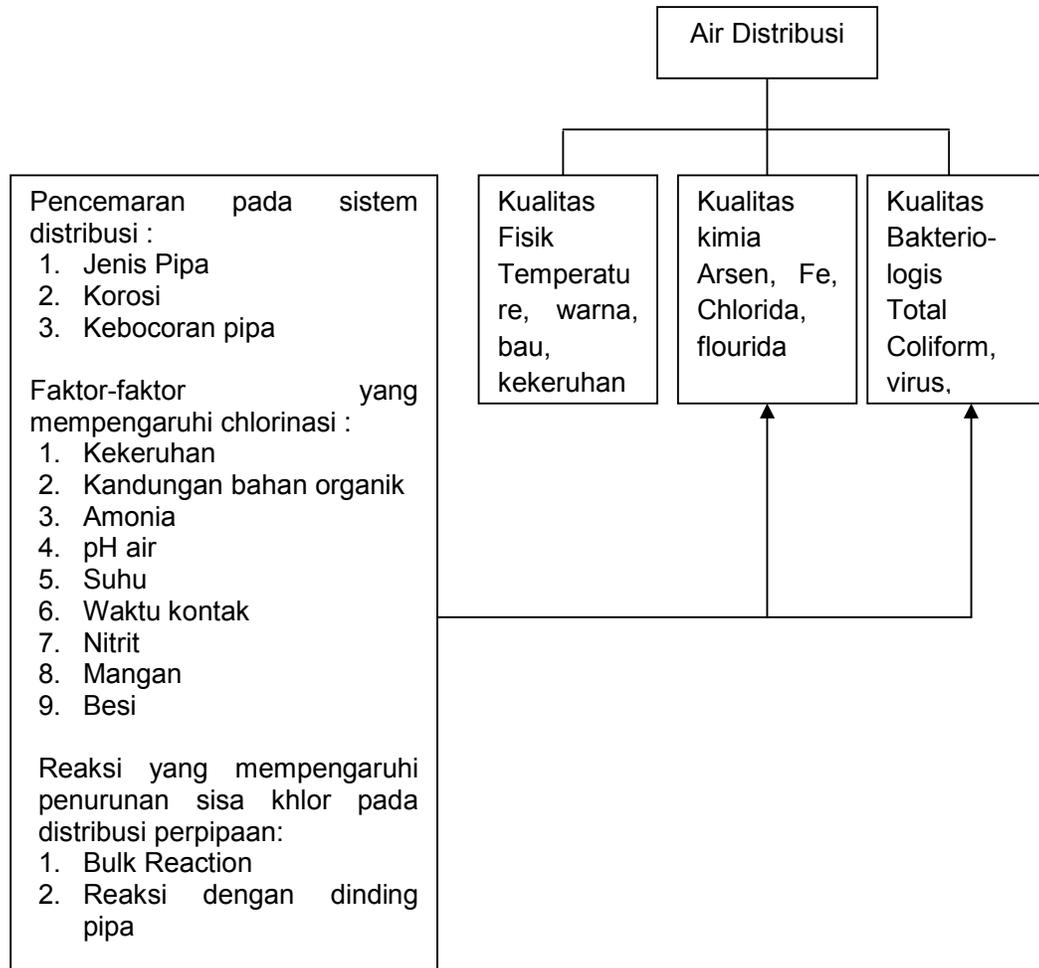
Menurut penelitian Nurhayati Siregar (2010) di Medan Berdasarkan hasil uji Korelasi Spearman menunjukkan nilai $p (0,606) > \alpha (0,05)$. Hal ini menunjukkan bahwa H_0 gagal ditolak artinya secara statistik tidak ada hubungan antara jarak rumah pelanggan dari PDAM Sunggal dengan jumlah *Escherichia coli* pada air bersih.

Berdasarkan penelitian Ibroni (1997) di Medan maka didapat hasil bahwa terjadi penurunan sisa chlor pada konsumen atau pelanggan yang jaraknya jauh dari proses pengolahan. Sehingga sisa Chlor pada konsumen yang dianjurkan minimal 0,2 mg/l tidak dapat tercapai. Dari penelitian tersebut didapat hasil keadaan sisa chlor

pada konsumen atau pelanggan jarak dari sumber pengolahan yaitu pada jarak dekat 72 % baik, jarak sedang 53 % baik, jarak jauh 43 % baik , yaitu lebih dari 0,2 mg/l.

Berdasarkan penelitian Finansyah (2007) Surabaya bahwa bila pipa bocor, maka sangat dimungkinkan terjadinya kontaminasi air dalam pipa dengan lingkungan di luar pipa yang akan mengakibatkan laju penurunan kadar chlorine berlangsung lebih cepat dan laju pertumbuhan bakteri coli lebih banyak dibanding kondisi pipa tidak bocor.

F. Kerangka Teori



Sumber : Said (2002), Rossman (2000) dalam Triatmadja (2007), Giyantini (2004).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observasional dan menurut analisisnya bersifat analitik. Sedangkan apabila di tinjau dari pendekatan waktu, penelitian ini merupakan penelitian cross sectional, yaitu tiap subjek penelitian hanya di observasi pada kurun waktu tertentu dan pengukuran dilakukan pada saat penelitian (Notoatmodjo, s. 2005)

Penelitian ini disertai dengan pemeriksaan laboratorium untuk mengetahui kualitas bakteriologis dan sisa khlor akibat kebocoran pipa dan jarak distribusi air PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Samarinda tahun 2012.

B. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kota Samarinda dengan mengambil lokasi di Kecamatan Sungai Kunjang. Dipilihnya Kecamatan Sungai Kunjang sebagai lokasi penelitian karena Perbaikan kebocoran pipa PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang sebanyak 1.478 (26,14 %) dari

5.880 kebocoran pipa seluruh Samarinda Tahun 2010. Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Januari 2012.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi sasaran dalam penelitian adalah seluruh jaringan perpipaan distribusi air PDAM yang berada diseluruh wilayah Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2011.

Sampel penelitian didapatkan berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907 tahun 2002 tentang “Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum”, jumlah minimal sampel air minum perpipaan pada jaringan distribusi untuk pemeriksaan kualitas bakteriologi adalah :

Tabel 3.1. Jumlah minimal sampel air minum perpipaan pada jaringan distribusi untuk pemeriksaan kualitas bakteriologi

Penduduk yang dilayani	Jumlah minimal sampel per bulan
< 5000 jiwa	1 sampel
5000 s/d 10 000 jiwa	1 sampel per 5000 jiwa
> 100 000 jiwa	1 sampel per 10 000 jiwa, ditambah 10 sampel tambahan

Berdasarkan data kependudukan Kecamatan Sungai kunjang tahun 2010, warga Sungai Kunjang berjumlah 129,930 jiwa. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907 tahun 2002 maka didapatkan jumlah sampel $125.803 : 10.000 =$

12,58 dibulatkan menjadi 13 sampel ditambah 10 sampel menjadi 23 sampel.

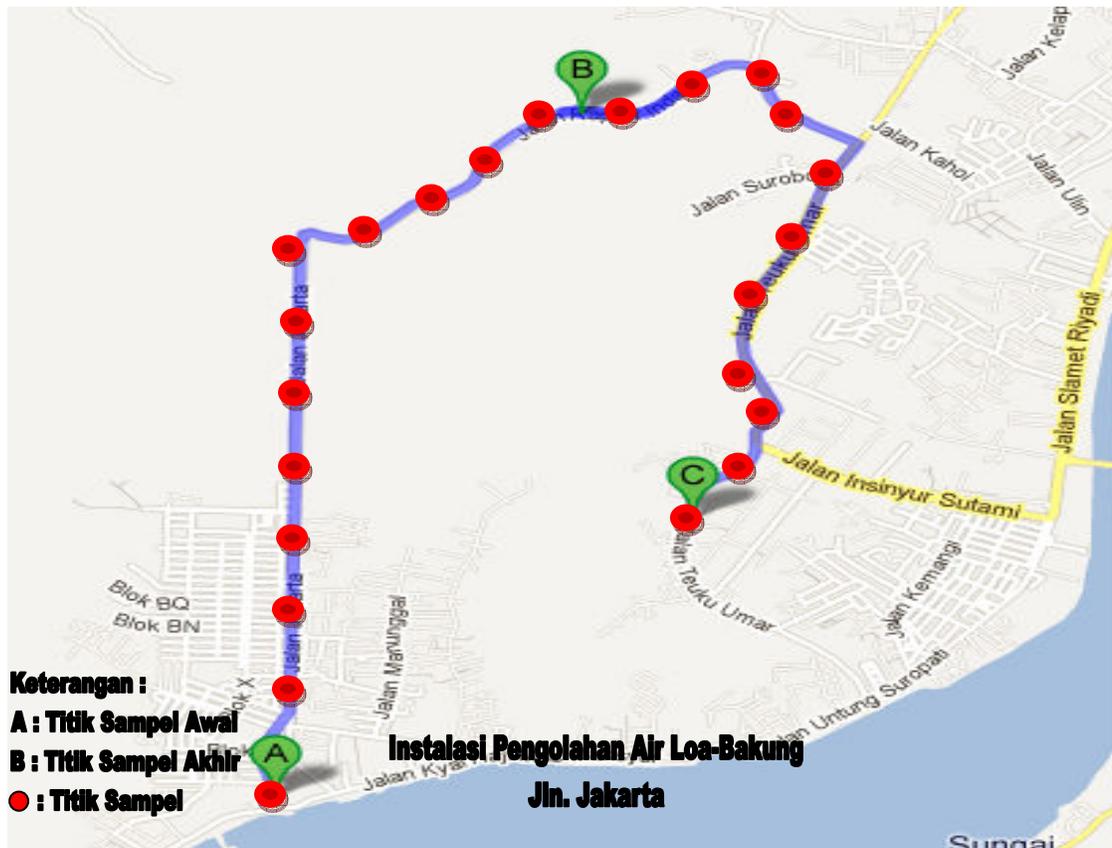
Distribusi air bersih di Kecamatan sungai Kunjang di tangani oleh 3 buah Instalasi Pengolahan Air (IPA) yaitu IPA Gn. Lipan, IPA Cendana, dan IPA Loa-Bakung, Adapun untuk mempermudah penelitian maka di pilih IPA Loa-Bakung dengan pertimbangan :

1. Terletak di Kecamatan Sungai Kunjang
2. Memiliki cangkupan layanan terluas dan terpanjang dibandingkan IPA Gn. Lipan dan IPA Cendana.
3. Berdasarkan LB 1 Puskesmas Loa-bakung periode Januari-Mei 2011, melaporkan terdapat 252 penderita penyakit infeksi usus (diare non spesifik, diare spesifik, typhoid, dll) dan 331 penderita penyakit kulit (dermatitis infeksiif dan alergica).
4. Perbaikan kebocoran pipa PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang sebanyak 1.478 (26,14 %) dari 5.880 kebocoran pipa seluruh Samarinda Tahun 2010. Dengan penyumbang terbesar daerah Jl. Masmanyur, Jl. Jakarta, Jl. Rapak Indah, Jl. M. said, Jl. Teuku Umar, dan Jl. Tengkawang sebesar 850 kebocoran.

Panjang IPA Loa-Bakung hingga batasan cangkupan pelayanan di Kecamatan Sungai Kunjang adalah 9 km (9.000 meter). Untuk mendapatkan sampel sebesar 23 sampel maka panjang 9 Km dibagi dengan jumlah sampel yang akan diambil yaitu $9.000 \text{ m} : 23 = 400 \text{ meter}$.

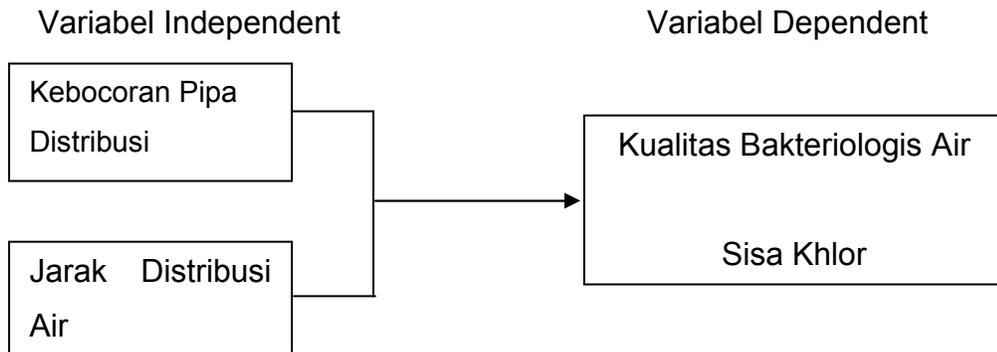
Maka sampel diambil masing- masing satu sampel pada setiap jarak kisaran 400 m .

Berikut adalah peta sederhana mengenai 23 titik sampel yang akan di ambil dari titik awal yaitu Instalasi Pengolahan Air Loa-Bakung yang terletak di Jl. Jakarta hingga titik sampel terjauh yaitu Jl. Teuku Umar.



D. Kerangka Konsep Penelitian

Kerangka konsep dari penelitian ini menggunakan pendekatan sistem yaitu sebagai berikut:



Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian

E. Hipotesa Penelitian

1. Ada hubungan signifikan antara kualitas bakteriologis air dengan jarak distribusi air minum.
2. Ada perbedaan rata-rata antara kualitas bakteriologis air dengan kebocoran pada jaringan perpipaan.
3. Ada hubungan signifikan antara sisa khlor dengan jarak distribusi air minum.
4. Ada perbedaan rata-rata antara sisa khlor dengan kebocoran pada jaringan perpipaan.
5. Ada hubungan signifikan antara kualitas bakteriologis air dengan sisa khlor.

F. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas (Independent)

Variabel bebas yaitu variabel yang mempengaruhi nilai variabel dependent dan merupakan variabel pengaruh yang paling diutamakan dalam penelitian. Sebagai variabel bebas dalam penelitian ini adalah kebocoran pipa PDAM dan jarak distribusi air minum.

2. Variabel Terikat (Dependent)

Variabel terikat adalah variabel yang diduga nilainya akan berubah Karena adanya pengaruh dari variabel bebas. Sebagai variable terikat dalam penelitian ini adalah Kualitas Bakteriologis air dan sisa khlor.

G. Definisi Operasional

Variabel dan definisi operasional dari penelitian Analisis kualitas bakteriologis dan sisa khlor akibat kebocoran pipa dan jarak distribusi air PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Samarinda adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Variabel, Definisi Operasional, Kriteria Objektif, Skala Ukur dan Alat Ukur

No.	Variabel	Definisi	Metode Pengukuran	Alat yang Digunakan	Kriteria Objektif	Skala Pengukuran
1.	Variabel Independent Kebocoran pipa	Kebocoran pipa adalah adanya beberapa kerusakan pada sistem perpipaan pada rumah pelanggan tersebut sehingga terjadi genangan air, timbulnya lumut pada dinding air, air tidak mengalir di suatu tempat atau mengalirnya terlalu kecil. Selain itu, meteran air tetap jalan walau keran air ditutup	-	Check list	1. Ya, jika ditemukan genangan air, lumut pada dinding air, meteran air berputar walau seluruh kran air telah di tutup. 2. Tidak, jika tidak ditemukan genangan air, lumut pada dinding air dan meteran air tidak berputar walau seluruh kran air telah di tutup.	Nominal
2.	Jarak distribusi	Jarak distribusi dari sumber pengolahan air bersih adalah daerah yang dialiri air PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang yang mempunyai jarak kisaran setiap 400 m dari Instalasi Pengolahan Air PDAM sampai 23 sampel.	Pengukuran	Meteran	0 meter – 9.000 meter	Rasio

No.	Variabel	Definisi	Metode Pengukuran	Alat yang Digunakan	Kriteria Objektif	Skala Pengukuran
3.	Variabel Dependent Total Coliform	Koloni bakteri yang biasa terdapat dalam air dan digunakan sebagai indikator pencemar air berdasarkan pemeriksaan laboratorium.	MPN Coliform, tabung ganda	Autoclave, Incubator 37°C dan 44°C, Timbangan, Labu Erlenmeyer, Rak tabung reaksi, Petri disk, Pipa steril 1 cc dan 10 cc, Tabung Durham	0 koloni/100 ml Permenkes RI No.492/MENKES/PER/IV/2010	Rasio
4.	Sisa khlor	Kadar sisa khlor yang diperbolehkan sehingga dapat menjaga keamanan mikroorganisme patogen dan aman untuk di konsumsi berdasarkan pemeriksaan laboratorium	Pemeriksaan Laboratorium	Comparator Sisa khlor	0,2 mg/l – 5 mg/l Permenkes RI No.492/MENKES/PER/IV/2010	Rasio

H. Teknik Pengambilan Sampel

1. Teknik Pengambilan Sampel untuk pemeriksaan sisa khlor

Alat : 2 Botol sampel 500 ml

Cara Kerja:

- a. Bersihkan kran dengan kain lap yang bersih
- b. Buka kran secara maksimal dan biarkan air mengalir 2 – 3 menit, kran di tutup kembali.
- c. Kran dibuka kembali dan air dibiarkan mengalir beberapa saat

Air ditampung dalam botol sampel \pm 1000 ml

2. Teknik pengambilan sampel air untuk pemeriksaan bakteriologis

Alat : botol sampel steril 500 ml

Cara kerja :

- a. Alirkan air \pm 2 menit
- b. Sterilkan kran dengan pembakaran \pm 3menit
- c. Alirkan lagi air \pm 6 menit
- d. Air ditampung dalam botol sampel \pm 500 ml.

I. Cara Pelaksanaan Pemeriksaan

1. Pemeriksaan Bakteriologis Air

Untuk menentukan adanya *coliform* didalam air dipakai sistem *Multiple Tukes*. Sistem ini dilengkapi dengan daftar MPN (*Most Probable Number*). Pemeriksaan MPN dilakukan terhadap

bahan pemeriksaan yang telah disiapkan dengan menggunakan metode tabung ganda : 5 x 10 ml, 10 x 1 ml, 10 x 0,1ml.

Alat :

- a. Autoclave
- b. Incubator 37°C dan 44°C
- c. Timbangan
- d. Labu Erlenmeyer
- e. Rak tabung reaksi
- f. Petri disk
- g. Pipa sterik 1 cc dan 10 cc
- h. Tabung durham

Bahan :

- a. Gram buffer phosphate pH 7,2
- b. Lactose broth
- c. BGLB
- d. Endo agar
- e. Gentian Violet
- f. Alcohol 99%
- g. Lugol 1 %
- h. Fuction

1) Test Perkiraan (*Presumptive test*)

Media yang biasa digunakan adalah *Lauryl Tryptose Sulphate Broth* (LTB)

Cara pemeriksaan:

Siapkan 5 tabung reaksi yang masing-masing media *Lauryl Tryptose Sulphate Broth* (LTB) yang berisi tabung durham. Air ditanam 5 tabung masing-masing 10ml: 1 tabung = 1 ml; 1 tabung = 0,1ml, dan dituliskan *standart portion*; 5 x 10ml; 1 x 1ml, 1 x 0,1ml.

Tabung-tabung ini dieramkan 2 x 24 jam 35⁰C + 0,5⁰C. Tabung positif adalah tabung yang terjadi peragian dan terdapat gas pada tabung durham, dan dilanjutkan dengan test penegasan.

2) Test Penegasan (*Confirmation test*)

Media yang dipergunakan adalah Brilian Green Lactosa Bile Broth (BGLB 2%), test ini untuk menegaskan hasil positif dari hasil perkiraan.

Cara Pemeriksaan :

- a) Dari tiap-tiap tabung test perkiraan yang positif dipindahkan 1-2 ose kedalam tabung konfirmative yang berisi 10 ml BGLB 2% dari masing-masing tabung *Presumptive* di inokulasikan ke dalam 2 tabung BGLB 2%.

- b) Satu seri tabung BGLB 2% diinokulasikan pada suhu 37⁰C selama 24-48 jam , untuk memastikan adanya *coliform*. Pada satu seri yang lain diinokulasikan pada suhu 44⁰C selama 24 jam untuk memastikan adanya koli tinja.
- c) Pembacaan dilakukan setelah 24 - 48 jam dengan melihat jumlah tabung BGLB 2% yang menunjukkan positif gas.

Pembacaan hasil dari test penegasan dilakukan dengan menghitung jumlah tabung yang menunjukkan adanya gas, baik pada seri tabung yang di inkubasi pada suhu 37⁰C ataupun pada seri tabung yang di inkubasi 44⁰C angka yang diperoleh dicocokkan dengan tabel MPN, maka akan diperoleh indeks MPN *coliform* untuk tabung yang diinkubasikan pada suhu 37⁰C dan indeks MPN koli tinja untuk tabung yang diinkubasikan pada suhu 44⁰C.

2. Pengukuran Sisa Klor

Alat : Comparator sisa klor dan tabung reaksi volume 10 ml, 2 buah

Reagent : ortholidine

Cara kerja :

- a. Ambil sampel air, masukkan kedalam tabung reaksi, kemudian tetesi reagent ortholidine 5 – 10 tetes (sampel air adalah air bersih/ yang telah diberi desinfektan).
- b. Tabung digoncang perlahan-lahan agar reagent bercampur rata dengan air sampel
- c. Tabung yang satu lagi kita isi dengan air aqua
- d. Kedua tabung kita masukkan dalam comperator sisa khlor, yang diberi reagent, kita letakkan disebelah kanan, dan yang satunya disebelah kiri.
- e. Bandingkan warna pada sampel dengan warna standar pada piringan sisa khlor lalu baca hasilnya.

J. Cara Pengumpulan Data

1. Data Primer

Dalam melakukan penelitian, peneliti memperoleh data primer dengan cara observasi langsung ke titik pengambilan sampel dan pemeriksaan MPN Coli di laboratorium untuk setiap sampel air di jaringan pipa yang telah di ambil di wilayah Kecamatan Sungai Kunjang.

Analisa data untuk Total Coliform dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengujian dilaboratorium dengan Permenkes RI No.492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang "Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air yaitu Tingkat pencemaran

bakteriologis dalam air minum dikatakan berlebihan, apabila kandungan Coliform melebihi 0 kol/100 ml. Sedangkan Klorin bebas yang diperbolehkan yaitu sekitar 0,1 – 5 mg/l dengan menggunakan Komparator dish Orthotolidine.

2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh peneliti melalui beberapa jenis yaitu melalui studi pustaka, buka bacaan, journal, skripsi, tesis, internet, buku petunjuk teknis, arsip, dokumen serta laporan yang menyangkut dan mendukung serta berhubungan dengan penelitian ini.

K. Teknik Analisis Data

Selanjutnya dari data hasil observasi, dan pengukuran dari beberapa variabel akan dilakukan pemasukan data dan analisis statistik dengan cara:

1. Editing yaitu dengan melakukan koreksi, seleksi dan menilai data yang telah diperoleh di lapangan.
2. Coding yaitu dengan cara memberikan kode pada data yang diperoleh guna mempermudah pengambilan atau pencarian kembali pada data tersebut .
3. Entry Data

Proses pemindahan data ke dalam komputer agar diperoleh data masukan yang sudah siap diolah oleh sistem dengan menggunakan perangkat lunak pengolahan statistik.

4. Saving yaitu melakukan penyimpanan data yang diperoleh baik secara manual seperti dokumen, arsip ataupun secara elektrik seperti file, disket, CD, atau LD.
5. Tabulasi yaitu dengan melakukan pembagian data yang telah diperoleh kedalam bentuk-bentuk tabel-tabel tertentu, guna mempermudah analisis data selanjutnya.
6. Analisa Data dan Pengujian Hipotesa

- a. Analisa Univariat

Analisis Univariat digunakan untuk melakukan analisa terhadap distribusi frekuensi. Dalam penelitian ini hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat ditampilkan dalam bentuk distribusi dan selanjutnya dilakukan analisis terhadap tampilan data tersebut.

- b. Analisa Bivariat

Dalam penelitian ini variabel bebas adalah Kebocoran Pipa PDAM dan Jarak Distribusi air bersih dengan variabel terikatnya kualitas bakteriologis air dan sisa khlor pada tingkat keyakinan 95% ($\alpha = 0.05$). Adapun uji statistik yang digunakan adalah sebagai berikut :

- 1) Kualitas bakteriologis air (Numerik) dan Jarak distribusi (Numerik) sehingga menggunakan uji korelasi spearman.
- 2) Kualitas bakteriologis air (Numerik) dan Kebocoran pipa (kategorik) sehingga menggunakan uji Mann – Whitney.
- 3) Sisa khlor (Numerik) dan Jarak distribusi (Numerik) sehingga menggunakan uji korelasi spearman.
- 4) Sisa khlor (Numerik) dan Kebocoran pipa (kategorik) sehingga menggunakan uji Mann – Whitney.

Keputusan yang diambil dari uji analisis ini :

- 1) Bila $p\text{-value} \leq \alpha$, H_0 ditolak, berarti data sampel mendukung adanya perbedaan yang bermakna (signifikan).
- 2) Bila $p\text{-value} \geq \alpha$, H_0 gagal ditolak, berarti ada data sampel tidak mendukung adanya perbedaan yang bermakna (signifikan)

L. Teknik Penyajian data

Selanjutnya untuk penyajian data yang diperoleh dari penelitian yaitu meliputi data kualitas bakteriologis air, sisa khlor, jarak distribusi air dan kebocoran pipa, akan disajikan dalam bentuk tabel ,grafik atau disesuaikan dengan keperluan penyajian data.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kecamatan Sungai Kunjang adalah salah satu kecamatan dari 6 Kecamatan di kota Samarinda. Kecamatan ini adalah hasil pemekaran dari kecamatan Samarinda Ulu yang disahkan dan dibentuk pada Januari 1997 Dengan luas wilayah 69,23 km².

Batas wilayah Kecamatan Sungai Kunjang adalah sebagai berikut :

- a. Utara : Kecamatan Samarinda Ulu
- b. Timur : Kecamatan Samarinda Ulu
- c. Selatan : Kecamatan Samarinda Seberang
- d. Barat : Kabupaten Kutai Kartanegara

Penduduk Kecamatan Sungai Kunjang terdiri dari 125.803 penduduk dengan 7 kelurahan yaitu Kelurahan Karang Anyar, Kelurahan Lok Bahu, Kelurahan Karang Asam ilir, Kelurahan Karang Asam Ulu, Kelurahan Loa Bakung, Kelurahan Loa Buah dan Kelurahan Teluk Lerong Ulu.

a. Data Pelanggan Layanan IPA Loa - Bakung

Kebutuhan air bersih di Kecamatan Sungai Kunjang diperoleh dari IPA Loa – Bakung yang diresmikan pada tanggal 8

Agustus 2011. Instalasi ini memiliki kapasitas 170 – 250 L/detik. Berikut digambarkan jumlah pelanggan PDAM berdasarkan daerah layanan di Kecamatan Sungai Kunjang.

Tabel 4.1. Data Pelanggan PDAM Kota Samarinda Wilayah Pelayanan IPA Loa-Bakung

No.	Daerah Layanan	Jumlah Pelanggan
1.	KH. Mas Mansyur	495
2.	Loa – Bakung	2.162
3.	Ekonomi	129
4.	Kemuning	196
5.	Rapak Indah	498
6.	Teuku Umar	1.212
7.	Padat Karya	277
8.	Flamboyan	153
9.	Sendawar	79
10.	Monas	77
11.	Amuntai	67
12.	Kartak hanyar	30
13.	Raya Hartati	5
	TOTAL	5.380

Sumber : PDAM Kota Samarinda

Pada tabel 4.1. , dapat diketahui bahwa jumlah pelanggan PDAM di wilayah Layanan IPA Loa – Bakung sebanyak 5.380 pelanggan. Dengan jumlah terbanyak di daerah Loa – Bakung sebesar 2.162 pelanggan, Jln. Rapak Indah sebesar 498 pelanggan dan Jln. Teuku Umar sebesar 1.212 pelanggan.

b. Proses Pengolahan Air Bersih di IPA Loa - Bakung

1) Pengambilan air baku dari sungai Mahakam

Pengambilan air baku dari sungai Mahakam. Pada proses intake, juga dilakukan kegiatan *screening* yakni penyaringan

sampah-sampah kasar yang ikut bersama dengan air baku yang di ambil.

2) Pembubuhan AFC (*Alum Formula Chlorate*)

Penambahan koagulan AFC (*Alum Formula Chlorate*) memiliki fungsi yang sama seperti tawas yaitu bermaksud untuk membentuk flok-flok, berupa gumpalan. Kelebihan penggunaan AFC dibandingkan tawas yaitu tidak mengasamkan pH air tetapi juga turut menstabilkan pH air.

3) Pengadukan cepat dan lambat di bak flokulator

Terjadi pencampuran bahan koagulan dengan air sehingga terbentuk larutan yang homogen.

4) Pengendapan flok di bak sedimentasi

Gumpalan flok yang sudah terbentuk akan mengendap di bak sedimentasi. Setelah itu air mengalir ke bak filtrasi.

5) Filtrasi

Proses filtrasi diperlukan untuk menyaring benda-benda padat yang masih terbawa dari bak sedimentasi.

6) Pemberian desinfeksi kaporit

Desinfektan yang digunakan adalah kaporit. Residual klorin adalah khlorin yang ditinggalkan pada air yang sudah di olah dengan tujuan untuk mencegah tumbuhnya kembali bakteri-bakteri dalam air yang telah di olah tadi dan juga melawan bakteri yang berada di dalam pipa akibat tidak sterilnya pipa

dan masa pakai pipa yang telah tua. Sisa khlor mengindikasikan bahwa air terjamin keamanan air.

c. Kondisi Pipa

Kondisi pipa distribusi daerah layanan IPA Loa-Bakung terutama Jl. Jakarta, Jl. Rapak Indah dan Jl. Teuku Umar yang menjadi wilayah penelitian terbuat dari dari pipa PVC dan Pipa Steel yang sudah berusia 20 tahun.

2. Analisis Univariat

Analisis Univariat digunakan untuk melakukan analisa terhadap distribusi frekuensi.

a. Kualitas Bakteriologis Air Minum

Tabel di bawah ini merupakan distribusi hasil pemeriksaan laboratorium ada tidaknya *coliform* pada air minum.

Tabel 4.2. Distribusi Hasil Pemeriksaan Laboratorium Ada Tidaknya *Coliform* Pada Air Minum

Jumlah <i>Coliform</i>	Frekuensi	Persen (%)	Baku Mutu
0	9	37,5	MS
2	4	16,7	TMS
4	1	4,2	TMS
5	1	4,2	TMS
8	2	8,3	TMS
13	2	8,3	TMS
17	2	8,3	TMS
22	1	4,2	TMS
79	1	4,2	TMS
920	1	4,2	TMS
Total	24	100,0	-

Sumber : Data Primer Tahun 2012

Keterangan :

MS : Memenuhi Syarat

TMS : Tidak Memenuhi Syarat

Pada tabel 4.2 diatas menunjukkan 9 sampel air (37,5%) mengandung 0 koloni/100 ml sedangkan 15 sampel air (62,5%) mengandung > 0 koloni/100 ml. 15 sampel air yang mengandung koloni memiliki jumlah antara 2 – 920 koloni/100ml.

b. Sisa Khlor

Tabel dibawah ini merupakan distribusi hasil pemeriksaan laboratorium sisa khlor pada air minum.

Tabel 4.3. Distribusi Hasil Pemeriksaan Laboratorium Sisa Khlor Pada Air Minum

No.	Kriteria	Frekuensi	Presentase (%)
1.	0,2 mg/l – 5 mg/l	8	33,3
2.	< 0,2 mg/l	16	66,7
3.	> 5 mg/l	0	0
	Total	24	100

Sumber : Data Primer Tahun 2012

Pada tabel 4.3 dapat diketahui bahwa dari 24 sampel terdapat 8 sampel air (33,3%) memiliki sisa khlor antara 0,2 mg/l – 5 mg/l dan 16 sampel air (66,7%) memiliki sisa khlor < 0,2 mg/l.

c. Kebocoran Pipa

Adapun distribusi hasil pemeriksaan kebocoran pipa PDM di Kecamatan Sungai Kunjang tahun 2012 dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Distribusi Kebocoran Pipa PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012

No.	Kriteria	Frekuensi	Presentase (%)
1.	Tidak ada Kebocoran	22	91,7
2	Kebocoran	2	8,3
	Total	24	100

Sumber : Data Primer Tahun 2012

Berdasarkan tabel diatas maka dapat diketahui bahwa pada saat pemeriksaan instalasi rumah pelanggan hanya terdapat 2 titik sampel (8,3%) yang memiliki ciri-ciri kebocoran dan 22 titik sampel (91,7%) tidak mengalami kebocoran.

d. Jarak Distribusi

Tabel dibawah ini menunjukkan titik pengambilan 24 sampel air yang dilakukan setiap jarak 400 meter.

Tabel 4.5. Distribusi Jarak Titik Sampling Air PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012

No.	Jarak	Frekuensi	Presentase (%)
1.	0	2	8,3
2.	400	1	4,2
3.	800	1	4,2
4.	1.200	1	4,2
5.	1.600	1	4,2
6.	2.000	1	4,2
7.	2.400	1	4,2
8.	2.800	1	4,2
9.	3.200	1	4,2
10.	3.600	1	4,2
11.	4.000	1	4,2
12.	4.400	1	4,2
13.	4.800	1	4,2
14.	5.200	1	4,2
15.	5.600	1	4,2
16.	6.000	1	4,2
17.	6.400	1	4,2
18.	6.800	1	4,2

No.	Jarak	Frekuensi	Presentase (%)
19.	7.200	1	4,2
20.	7.600	1	4,2
21.	8.000	1	4,2
22.	8.400	1	4,2
23.	9.000	1	4,2
	Total	24	100

Sumber : Data Primer Tahun 2012

Berdasarkan tabel diatas maka diketahui terdapat 2 titik (8,3 %) jarak 0 meter yang merupakan sampel kontrol dari IPA Loa – Bakung dan 22 sampel dari rumah pelanggan yang di ambil setiap jarak 400 meter sepanjang 9.000 meter di Kecamatan Sungai Kunjang.

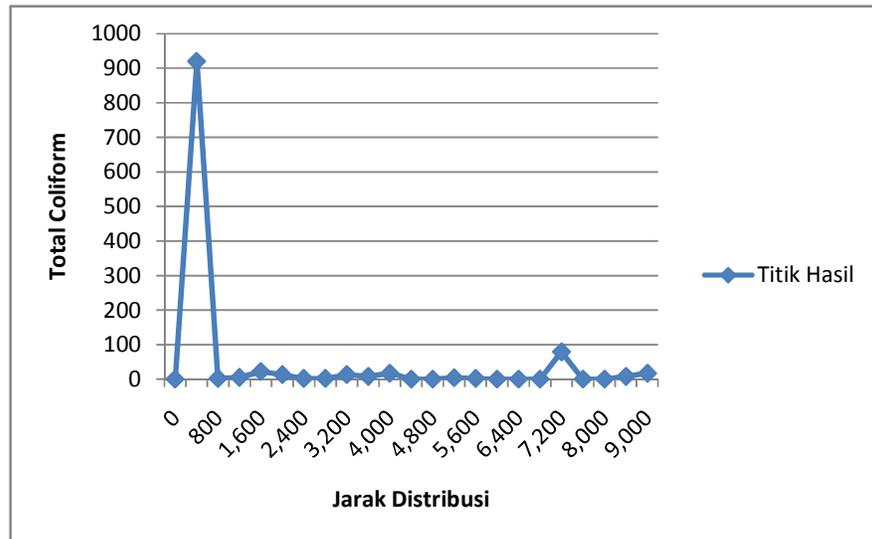
3. Analisis Bivariat

Untuk melihat apakah ada hubungan yang bermakna antara variabel bebas dengan variabel terikat maka digunakan 2 uji statistik yaitu Uji Korelasi Spearman (numerik dan numerik) dan Uji Mann-Whitney (numerik dan kategorik). Dalam penelitian ini variabel bebas adalah Kebocoran Pipa PDAM dan Jarak Distribusi air bersih dengan variabel terikatnya kualitas bakteriologis air dan sisa khlor pada tingkat keyakinan 95% ($\alpha = 0.05$).

a. Kualitas Bakteriologis Air Akibat Jarak Distribusi

Berikut adalah grafik yang menunjukkan distribusi antara kenaikan dan penurunan total coliform dengan jarak distribusi air minum.

Gambar 4.1 Jumlah *Coliform* Pada Air Minum Berdasarkan Jarak Distribusi PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012



Grafik menunjukkan kenaikan dan penurunan jumlah coliform per jarak. 9 sampel air mengandung 0 koloni/100 ml sedangkan 15 sampel air memiliki jumlah antara 2 – 920 koloni/100 ml. Adapun jumlah terbanyak yaitu 920 koloni/100 ml di jarak 400 meter.

Tabel di bawah ini menunjukkan hasil pemeriksaan jumlah *Coliform* pada air minum berdasarkan jarak distribusi PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang tahun 2012.

Tabel 4.6. Jumlah *Coliform* Pada Air Minum Berdasarkan Jarak Distribusi PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012

No.	Jarak (Meter)	<i>Coliform</i>	MPN <i>Coliform</i> (100/ml)	Uji Korelasi Spearman
1.	IPA LBK	Negatif	0	<p>Nilai $\alpha = 0,05$ $r = - 0,114$ $p = 0,596$</p>
2.	400	Positif	920	
3.	800	Positif	2	
4.	1.200	Positif	5	
5.	1.600	Positif	22	
6.	2.000	Positif	13	
7.	2.400	Positif	2	
8.	2.800	Positif	2	
9.	3.200	Positif	13	
10.	3.600	Positif	8	
11.	4.000	Positif	17	
12.	4.400	Negatif	0	
13.	IPA LBK	Negatif	0	
14.	4.800	Negatif	0	
15.	5.200	Positif	4	
16.	5.600	Positif	2	
17.	6.000	Negatif	0	
18.	6.400	Negatif	0	
19.	6.800	Negatif	0	
20.	7.200	Positif	79	
21.	7.600	Negatif	0	
22.	8.000	Negatif	0	
23.	8.400	Positif	8	
24.	9.000	Positif	17	

Sumber : *Laboratorium Kesehatan Daerah Kota Samarinda.*

Pengambilan sampel bakteriologis air dilakukan dua hari karena keterbatasan dari pihak laboratorium Kesehatan Daerah serta sampel air harus diserahkan paling lama 4 jam dari pengambilan sampel awal sehingga tidak terjadi kontaminasi luar. Dilakukan 2 kali pengambilan sampel kontrol di IPA Loa-

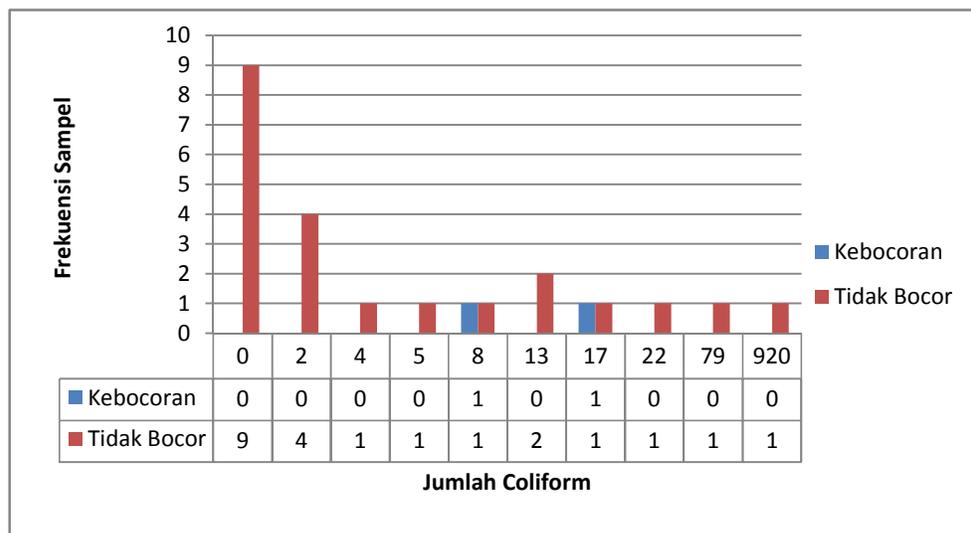
Bakung pada hari senin, 16 Januari 2012 dan Rabu, 18 Januari 2012.

Dari hasil penelitian menunjukkan 9 sampel air mengandung 0 koloni/100 ml sedangkan 15 sampel air memiliki jumlah antara 2 – 920 koloni/100 ml. Hasil uji statistik didapatkan nilai $r = - 0,114$ dan nilai $p = 0,596$. Kesimpulan dari hasil tersebut, tidak ada hubungan signifikan antara kualitas bakteriologis air dengan jarak distribusi di Kecamatan Sungai Kunjang.

b. Kualitas Bakteriologis Air Akibat Kebocoran Pipa

Pada grafik di bawah ini menunjukkan hasil pemeriksaan jumlah *Coliform* pada air minum berdasarkan kebocoran pipa PDAM.

Gambar 4.2. Jumlah *Coliform* Air Minum Berdasarkan Kebocoran Pipa PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012



Dapat dilihat bahwa terdapat 2 titik sampling yang mengalami kebocoran pipa yaitu pada jarak 3.600 meter dengan jumlah coliform 8 koloni/100 ml dan pada jarak 4.00 meter dengan jumlah koliform 17 koloni/100 ml.

Adapun tabel 4.7. akan menunjukkan hasil yang distribusi yang lebih lengkap seperti dibawah ini.

Tabel 4.7. Jumlah *Coliform* Air Minum Berdasarkan Kebocoran Pipa PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012

No.	Kebocoran Pipa	Coliform	MPN Coliform (100/ml)	Uji Mann-Whitney U
1.	Tidak	Negatif	0	Nilai $\alpha = 0,05$ $p = 0,261$
2.	Tidak	Positif	920	
3.	Tidak	Positif	2	
4.	Tidak	Positif	5	
5.	Tidak	Positif	22	
6.	Tidak	Positif	13	
7.	Tidak	Positif	2	
8.	Tidak	Positif	2	
9.	Tidak	Positif	13	
10.	Ya	Positif	8	
11.	Ya	Positif	17	
12.	Tidak	Negatif	0	
13.	Tidak	Negatif	0	
14.	Tidak	Negatif	0	
15.	Tidak	Positif	4	
16.	Tidak	Positif	2	
17.	Tidak	Negatif	0	
18.	Tidak	Negatif	0	
19.	Tidak	Negatif	0	
20.	Tidak	Positif	79	
21.	Tidak	Negatif	0	
22.	Tidak	Negatif	0	
23.	Tidak	Positif	8	
24.	Tidak	Positif	17	

Sumber : *Laboratorium Kesehatan Daerah Kota Samarinda*

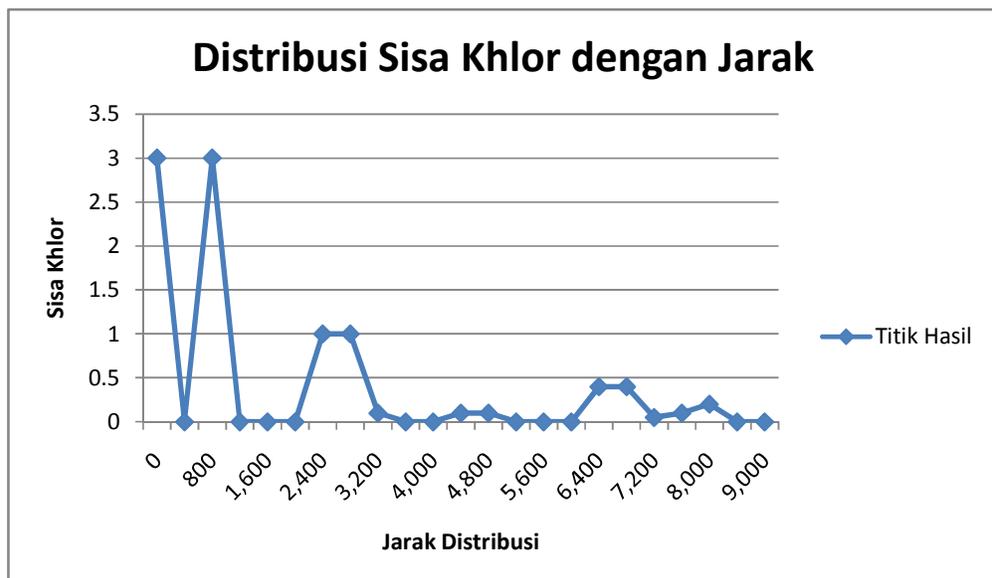
Pemeriksaan kebocoran pipa dibantu pegawai PDAM dengan melihat instalasi pipa rumah pelanggan, meteran air dan kualitas fisik air minum.

Pada tabel 4.7. diatas dapat diketahui bahwa terjadi kebocoran pada titik 3.600 meter dan 4.000 meter. Berdasarkan uji statistik didapatkan $p = 0,261$ dengan $\alpha = 0,05$ maka tidak ada perbedaan signifikan antara jumlah coliform air minum akibat kebocoran pipa PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang.

c. Analisa Sisa Khlor Akibat Jarak Distribusi

Berikut ada grafik yang menunjukkan hasil pemeriksaan laboratorium sisa khlor pada air minum berdasarkan jarak distribusi air PDAM.

Gambar 4.3. Hasil Pemeriksaan Laboratorium Sisa Khlor Pada Air Minum Berdasarkan Jarak Distribusi Air PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012



Pada Jarak 0 meter memiliki sisa khlor 3 mg/l, jarak 400 meter memiliki 0 mg/l dan jarak 800 meter memiliki sisa khlor 3 mg/l. Terjadi Kenaikan dan penurunan sisa khlor akibat jarak distribusi.

Adapun distribusi data dapat dilihat dengan lengkap pada tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.8. Hasil Pemeriksaan Laboratorium Sisa Khlor Pada Air Minum Berdasarkan Jarak Distribusi Air PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012

No	Jarak (Meter)	Sisa Khlor (mg/l)	Uji Korelasi Spearman
1.	IPA LBK	3,0	<p style="text-align: center;"> Nilai $\alpha = 0,05$ $r = - 0, 245$ $p = 0,248$ </p>
2.	400	0	
3.	800	3,0	
4.	1.200	0,0	
5.	1.600	0,0	
6.	2.000	0,0	
7.	2.400	1,0	
8.	2.800	1,0	
9.	3.200	0,1	
10.	3.600	0,0	
11.	4.000	0,0	
12.	4.400	0,1	
13.	IPA LBK	3,0	
14.	4.800	0,1	
15.	5.200	0,0	
16.	5.600	0,0	
17.	6.000	0,0	
18.	6.400	0,4	
19.	6.800	0,4	
20.	7.200	0,05	
21.	7.600	0,1	
22.	8.000	0,2	
23.	8.400	0,0	
24.	9.000	0,0	

Sumber : Laboratorium Kesehatan Daerah Kota Samarinda

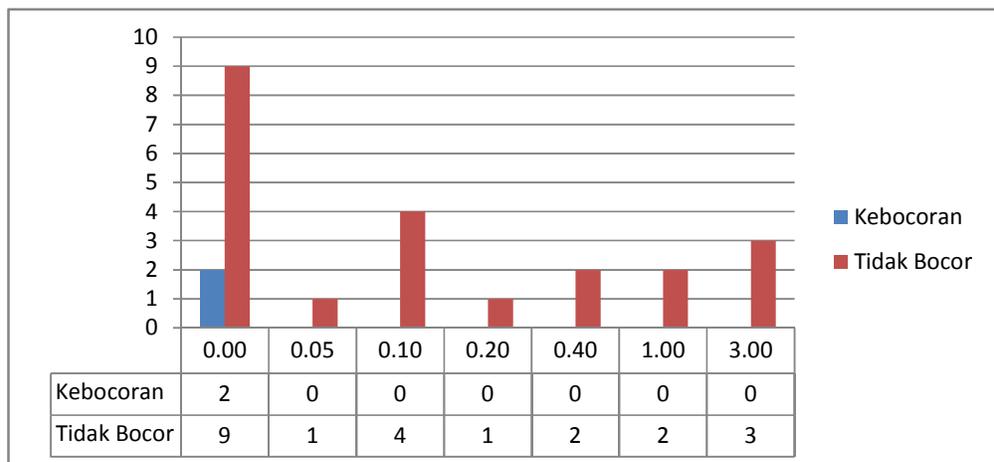
Pemeriksaan Sisa khlor langsung dilakukan di tempat pengambilan sampel dikarenakan sifat kimia desinfektan itu sendiri yang gampang menguap, dibantu dengan tenaga analis kimia lingkungan dari Laboratorium Kesehatan Daerah.

Pada tabel 4.8 dapat diketahui bahwa pemeriksaan sisa khlor di IPA Loa – Bakung pada tanggal 16 Januari 2012 sebesar 3 mg/l dan pemeriksaan pada tanggal 18 Januari 2012 sebesar 3 mg/l. Dari 24 sampel terdapat 8 sampel air (33,3%) memiliki sisa khlor antara 0,2 mg/l – 5 mg/l dan 16 sampel air (66,7%) memiliki sisa khlor < 0,2 mg/l. Berdasarkan uji statistik didapatkan $r = - 0,245$ dan $p = 0,248$ dengan $\alpha = 0,05$ maka tidak ada hubungan signifikan antara sisa khlor pada air minum akibat jarak distribusi di Kecamatan Sungai Kunjang.

d. Analisa Sisa Khlor Akibat Kebocoran Pipa

Berikut adalah grafik yang menunjukkan hasil pemeriksaan sisa khlor berdasarkan kebocoran pipa PDAM.

Gambar 4.4. Hasil Pemeriksaan Laboratorium Sisa Khlor Berdasarkan Kebocoran Pipa PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012



Pada grafik di atas menunjukkan bahwa terdapat 2 titik kebocoran yang memiliki sisa khlor 0 mg/l dan 22 sampel lainnya tidak mengalami kebocoran dengan sisa khlor antara 0,05 mg/l – 3 mg/l.

Berikut adalah tabel yang menunjukkan hasil pemeriksaan sisa khlor berdasarkan kebocoran pipa PDAM.

Tabel 4.9. Hasil Pemeriksaan Laboratorium Sisa Khlor Berdasarkan Kebocoran Pipa PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012

No.	Kebocoran Pipa	Sisa Khlor (mg/l)	Uji Mann-Whitney
1.	Tidak	3,0	Nilai $\alpha = 0,05$ $p = 0,152$
2.	Tidak	0	
3.	Tidak	3,0	
4.	Tidak	0,0	
5.	Tidak	0,0	
6.	Tidak	0,0	
7.	Tidak	1,0	
8.	Tidak	1,0	
9.	Tidak	0,1	
10.	Ya	0,0	
11.	Ya	0,0	
12.	Tidak	0,1	
13.	Tidak	3,0	
14.	Tidak	0,1	
15.	Tidak	0,0	
16.	Tidak	0,0	
17.	Tidak	0,0	
18.	Tidak	0,4	
19.	Tidak	0,4	
20.	Tidak	0,05	
21.	Tidak	0,1	
22.	Tidak	0,2	
23.	Tidak	0,0	
24.	Tidak	0,0	

Sumber : *Laboratorium Kesehatan Daerah Kota Samarinda*

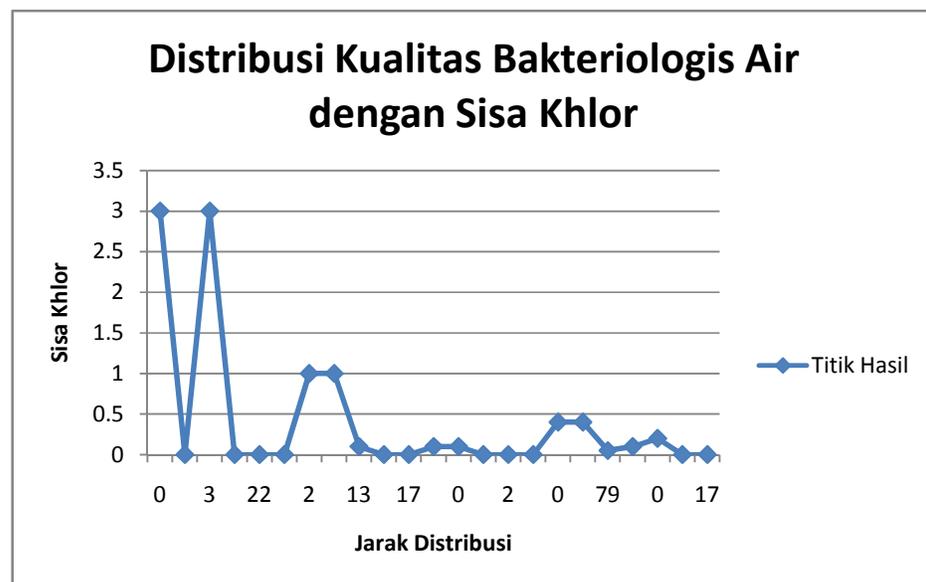
Berdasarkan tabel diatas maka dapat diketahui bahwa terdapat 2 titik sampel yang mengalami kebocoran pipa.

Berdasarkan uji statistik didapatkan $p = 0,152$ dengan $\alpha = 0,05$ maka tidak ada perbedaan signifikan sisa khlor pada air minum antara yang kebocoran pipa dengan tidak ada hubungan kebocoran pipa PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang.

e. Hubungan Antara Sisa Khlor dan Kualitas Bakteriologis Air Minum

Berikut adalah grafik yang menunjukkan hasil pemeriksaan laboratorium mengenai sisa khlor dan kualitas bakteriologis air minum.

Gambar 4.5. Hasil Pemeriksaan Laboratorium Sisa Khlor dan Kualitas Bakteriologis Air PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012



Berikut adalah tabel yang menunjukkan hasil pemeriksaan laboratorium mengenai sisa khlor dan kualitas bakteriologis air minum

Tabel 4.10. Hasil Pemeriksaan Laboratorium Sisa Khlor dan Kualitas Bakteriologis Air PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang Tahun 2012

No.	Sisa Khlor (mg/l)	MPN <i>Coliform</i> (100/ml)	Uji Korelasi Spearman
1.	3,0	0	Nilai $\alpha = 0,05$ $p = 0,001$
2.	0	920	
3.	3,0	2	
4.	0,0	5	
5.	0,0	22	
6.	0,0	13	
7.	1,0	2	
8.	1,0	2	
9.	0,1	13	
10.	0,0	8	
11.	0,0	17	
12.	0,1	0	
13.	3,0	0	
14.	0,1	0	
15.	0,0	4	
16.	0,0	2	
17.	0,0	0	
18.	0,4	0	
19.	0,4	0	
20.	0,05	79	
21.	0,1	0	
22.	0,2	0	
23.	0,0	8	
24.	0,0	17	

Sumber : *Laboratorium Kesehatan Daerah Kota Samarinda*

Dapat diketahui bahwa dengan sisa khlor antara 0,2 mg/l – 3 mg/l memiliki 0 koloni/100 ml sedangkan sisa khlor < 0,2 mg/l memiliki koloni sebanyak 2 – 920 koloni/100 ml. Berdasarkan uji statistik didapatkan $p = 0,001$ dengan $\alpha = 0,05$ maka ada hubungan signifikan antara sisa khlor dengan kualitas bakteriologis air minum di Kecamatan Sungai Kunjang.

B. Pembahasan

1. Hubungan Kualitas Bakteriologis Air Akibat Jarak Distribusi

Pemeriksaan jumlah *Coliform* dilakukan di Laboratorium Kesehatan daerah Kota Samarinda. Pemeriksaan *Coliform* terdiri dari dua tahapan yaitu test perkiraan dan test penegasan. Untuk menentukan bakteri *Coliform* didalam air di rumah-rumah pelanggan PDAM digunakan sistem multiple tubes yang dilengkapi dengan tabel MPN (*Multi Probable Number*) dengan menggunakan metode tabung ganda 5 x 10 ml, 1 x 1 ml, 1 x 0,1 ml.

Hasil pemeriksaan laboratorium terhadap 24 sampel maka diketahui 15 sampel (62,5%) mengandung *Coliform* mencapai 2 – 920 koloni/100 ml, hal ini sudah melebihi baku mutu sesuai dengan Permenkes RI No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum yaitu 0 koloni/100 ml. Dengan melihat hasil penelitian, dapat dikatakan air olahan IPA Loa-Bakung belum memenuhi syarat-syarat air minum yang seharusnya dipenuhi terutama setelah memasuki jalur distribusi.

Penyimpangan pada parameter ini akan berpotensi untuk menularkan penyakit yang berhubungan dengan air seperti sakit perut, disentry, cholera dan penyakit saluran pencernaan lainnya. (Soemirat, 2000).

Bakteri coliform adalah bakteri indikator keberadaan bakteri patogenik lain. Lebih tepatnya, sebenarnya, bakteri coliform fekal adalah bakteri indikator adanya pencemaran bakteri patogen. Penentuan coliform fekal menjadi indikator pencemaran dikarenakan jumlah koloninya pasti berkorelasi positif dengan keberadaan bakteri patogen. Selain itu, mendeteksi Coliform jauh lebih murah, cepat, dan sederhana daripada mendeteksi bakteri patogenik lain (Dad,2000).

Meskipun jenis bakteri ini tidak menimbulkan penyakit tertentu secara langsung, keberadaannya di dalam air minum menunjukkan tingkat sanitasi rendah. Oleh karena itu, air minum harus bebas dari semua jenis coliform. Semakin tinggi tingkat kontaminasi bakteri coliform, semakin tinggi pula risiko kehadiran bakteri-bakteri patogen lain yang biasa hidup dalam kotoran manusia dan hewan. Salah satu contoh bakteri patogen-yang kemungkinan terdapat dalam air terkontaminasi kotoran manusia atau hewan berdarah panas adalah Shigella, yaitu mikroba penyebab gejala diare, demam, kram perut, dan muntah-muntah (Official Chemical Method, 1979).

Hasil uji statistik didapatkan nilai $r = - 0,114$ dan nilai $p = 0,596$. Kesimpulan dari hasil tersebut, tidak ada hubungan signifikan antara kualitas bakteriologis air dengan jarak distribusi di Kecamatan Sungai Kunjang.. Dengan kata lain, jarak rumah

pelanggan dari sumber distribusi tidak mempengaruhi ada atau tidaknya Coliform dalam air minum.

Jumlah terbanyak terdapat pada sampel jarak dekat 400 meter dengan 920 koloni/100 ml. Hal ini diakibatkan oleh kesalahan dalam teknologi pengolahan air sehingga diperoleh hasil yang menyimpang atau tidak memenuhi syarat kualitas. Sistem desinfeksi IPA Loa – Bakung belum menggunakan gas chlorine yang diinjeksikan dalam tabung secara kontinu sehingga belum memiliki sistem pengolahan yang baik.

Selain itu, beberapa pengambilan sampel air kurang dilakukan sterilisasi berupa pembakaran ujung keran pelanggan. Terhitung 3 titik sampling diambil dari kran plastik sehingga hanya diusap dengan Alkohol 70%. Adapun titik sampling tersebut adalah jarak 300 meter yang memiliki sisa khlor 3 mg/l tetapi terdapat 2 koloni/100 ml, jarak 2.400 m yang memiliki sisa khlor 1 mg/l tetapi terdapat 2 koloni/100ml, dan jarak 2.800 m yang memiliki sisa khlor 1 mg/l tetapi terdapat 2 koloni/100ml.

Menurut Jurnal Praktikum Mikrobiologi, pada saat pengambilan sampel air secara bakteriologis perlu adanya sterilisasi fisik berupa pembakaran dan sterilisasi kimia dengan desinfektan yaitu alkohol 70%. Sterilisasi ini untuk meminimalkan terjadinya kontaminasi bakteri udara atau kontaminan dari proses transfer dari sumber sampel ke dalam botol sampel.

Proses pembakaran ujung kran selama \pm 3 menit merupakan salah satu prosedur pengambilan sampel air pemeriksaan bakteriologis. Apabila langkah ini tidak dilakukan, dimungkinkan bakteri yang mengendap selama kran air tidak dijalankan akan terikut masuk dalam botol sampel sehingga hasil air sampel terkontaminasi (Anonim, 2008).

2. Hubungan Kualitas Bakteriologis Air Akibat Kebocoran Pipa

Data Kebocoran Pipa PDAM periode tahun 2010, menunjukkan perbaikan kebocoran pipa PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang sebanyak 1.478 (26,14 %) dari 5.880 kebocoran pipa seluruh Samarinda Tahun 2010. Kontribusi ini yang paling tertinggi bila dibandingkan dengan Kecamatan lain.

Terjadi penurunan kebocoran pipa di Kota Samarinda tahun 2011 yaitu sebanyak 4.780 kebocoran, adapun hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11. Distribusi Kebocoran Pipa PDAM Berdasarkan Kecamatan di Kota Samarinda Tahun 2011.

Kecamatan	Kebocoran Pipa	Persen (%)
Sungai Kunjang	985	20,1
Samarinda Seberang	572	12
Samarinda Ulu	774	16,2
Samarinda Ilir	574	12
Samarinda Utara	1.052	22,5
Palaran	823	17,2
Jumlah	4.780	100

Sumber : PDAM Kota Samarinda

Pada tabel diatas maka diketahui bahwa Kecamatan Samarinda Utara merupakan wilayah yang memiliki perbaikan kebocoran tertinggi di tahun 2011 sebesar 1.002 kebocoran (22,5%) dari 4.780 kebocoran seluruh Kota Samarinda. Terlihat penurunan yang besar dari data kebocoran pipa PDAM tahun 2010 yang sebesar 5.880 kebocoran. Adapun pada tahun 2011, Kecamatan Sungai Kunjang mengalami penurunan besar dengan sebesar 985 (20,1%) kebocoran di tahun 2011.

Dalam penelitian kebocoran pipa di daerah Kecamatan Sungai Kunjang yaitu daerah layanan IPA Loa – Bakung meliputi Jl. Jakarta, Jln. Rapak Indah dan Jln. Teuku Umar sepanjang 9 Km, hanya terdapat 2 titik sampling yang teridentifikasi mengalami kebocoran pipa dari 24 titik sampling sehingga sulit dibuktikan dalam penelitian ini bahwa kebocoran pipa mempengaruhi kualitas bakteriologis air minum.

Adapun 2 titik kebocoran yaitu pada jarak 3.600 meter dan 4.000 meter. Pada jarak 3.600 meter, memiliki sisa khlor 0 mg/l dan total coliform sebanyak 8 koloni/100 ml dan jarak 4.000 meter memiliki sisa khlor 0 mg/l dan total coliform sebanyak 17 koloni/100 ml. Walaupun berdasarkan uji statistik Mann- Whitney untuk keseluruhan penelitian menunjukkan $p = 0,261$ dengan $\alpha = 0,05$ maka tidak ada perbedaan signifikan antara jumlah coliform air minum akibat kebocoran pipa PDAM di Kecamatan

Sungai Kunjang. Namun dapat dilihat jumlah sisa khlor dan total coliform di 2 titik sampling yang mengalami kebocoran maka dapat dilihat penurunan sisa khlor dan peningkatan jumlah coliform.

Berdasarkan penelitian Finansyah (2007) Surabaya bahwa bila pipa bocor, maka sangat dimungkinkan terjadinya kontaminasi air dalam pipa dengan lingkungan di luar pipa yang akan mengakibatkan laju penurunan kadar chlorine berlangsung lebih cepat dan laju pertumbuhan bakteri coli lebih banyak dibanding kondisi pipa tidak bocor.

Kondisi pipa distribusi daerah layanan IPA Loa-Bakung terutama Jl. Jakarta, Jl. Rapak Indah dan Jl. Teuku Umar yang menjadi wilayah penelitian terbuat dari dari pipa PVC dan Pipa Steel yang sudah berusia 20 tahun. Pipa baja merupakan bahan yang kuat, elastis, dan tahan patah, tetapi lemah terhadap karat, baik di bagian dalam maupun di bagian luar permukaan pipa. Menurut SNI DT-91-0005-2007, Umur pakai paket Unit IPA minimal selama 10 (sepuluh) tahun.

Bahan dan umur pipa turut mempengaruhi kontaminasi distribusi air minum. Pipa yang digunakan pada distribusi air minum umumnya dari bahan besi galvanis, tembaga, semen asbestos atau dari bahan polimer misalnya PVC dan lainnya. Semua bahan-bahan tersebut dapat memberikan kontribusi di

dalam pencemaran air minum terutama apabila pH air agak rendah dan bersifat korosif (Said, 2000).

Kondisi pipa dapat mengakibatkan timbulnya pencemaran terhadap air dan disamping itu juga debit air dapat terbuang secara percuma. Kondisi pipa yang bocor akan menyebabkan terjadinya kontaminasi oleh mikroorganisme pada jaringan distribusi, karat pipa akan menambah kadar Fe, warna, bau pada air bersih. Hal ini akan menurunkan kualitas air bersih tersebut dan membawa bibit penyakit yang merugikan masyarakat (Azwar, 1990).

3. Hubungan Sisa Klor Akibat Jarak Distribusi

Pemeriksaan Sisa klor langsung dilakukan di tempat pengambilan sampel dikarenakan sifat kimia desinfektan itu sendiri yang gampang menguap, dibantu dengan tenaga analis kimia lingkungan dari Laboratorium Kesehatan Daerah.

Pemeriksaan sisa klor di IPA Loa – Bakung pada tanggal 16 Januari 2012 sebesar 3 mg/l dan pemeriksaan pada tanggal 18 Januari 2012 sebesar 3 mg/l. Dari 24 sampel terdapat 8 sampel air (33,3%) memiliki sisa klor antara 0,2 mg/l – 5 mg/l dan 16 sampel air (66,7%) memiliki sisa klor < 0,2 mg/l.

Berdasarkan uji statistik didapatkan $p = 0,0248$ dengan $\alpha = 0,05$ maka tidak ada hubungan signifikan antara sisa klor

pada air minum akibat jarak distribusi di Kecamatan Sungai Kunjang. Dengan kata lain, tidak ada hubungan jarak rumah pelanggan dari sumber distribusi mempengaruhi sisa klor dalam air minum.

Dari proses desinfeksi yang dilakukan akan menghasilkan sisa klor yang bersifat toksik bagi bakteri sehingga air tidak mengandung kuman penyakit yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia. Sisa klor yang terdapat dalam air tidak dapat berlebih atau kurang dari syarat yang ditetapkan yaitu 0,2 mg/l - 5 mg/l. Jika sisa klor dalam air berlebih maka akan dapat berikatan dengan ion natrium sehingga menimbulkan rasa asin dan merusak pipa-pipa air. Sedangkan jika sisa klor kurang dalam air minum maka tidak akan mampu membunuh bakteri patogen dalam air sehingga dapat menyebabkan penyakit melalui air (Depkes RI, 1999).

Proses pengolahan air di IPA LBK tidak menggunakan gas klor yang di injeksikan dari bak filter menuju reservoir sehingga dipastikan semua air akan mendapatkan desinfeksi yang sesuai. Sedangkan IPA LBK masih menggunakan kaporit dengan takaran 45kg/1.200 liter per hari dimasukkan secara manual ke bak reservoir melalui selang air yang terletak diujung reservoir sehingga dapat diasumsikan bahwa tidak semua air akan mendapatkan desinfektan yang sama rata atau homogen.

Berdasarkan penelitian Miftahur Rohim (2006) menunjukkan bahwa $\text{Ca}(\text{OCI})_2$ yang dikenal sebagai kaporit memiliki kisaran prosen chlor aktif sebesar (60-65) % yang merupakan lebih kecil efektifitasnya dibandingkan gas khlor yang memiliki kisaran prosen khlor aktif sebesar (95-100) %.

4. Hubungan Sisa Khlor Akibat Kebocoran Pipa

Dalam penelitian kebocoran pipa di daerah Kecamatan Sungai Kunjang yaitu daerah layanan IPA Loa – Bakung meliputi Jl. Jakarta, Jln. Rapak Indah dan Jln. Teuku Umar sepanjang 9 Km, hanya terdapat 2 titik sampling yang teridentifikasi mengalami kebocoran pipa dari 24 titik sampling sehingga sulit dibuktikan dalam penelitian ini bahwa kebocoran pipa mempengaruhi kualitas bakteriologis air minum.

Adapun 2 titik kebocoran yaitu pada jarak 3.600 meter dan 4.000 meter. Pada jarak 3.600 meter, memiliki sisa khlor 0 mg/l dan total coliform sebanyak 8 koloni/100 ml dan jarak 4.000 meter memiliki sisa khlor 0 mg/l dan total coliform sebanyak 17 koloni/100 ml. Walaupun berdasarkan uji statistik Mann- Whitney untuk keseluruhan penelitian menunjukkan $p = 0,152$ dengan $\alpha = 0,05$ maka tidak ada perbedaan signifikan antara jumlah coliform air minum akibat kebocoran pipa PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang. Namun dapat dilihat jumlah sisa khlor dan total

coliform di 2 titik sampling yang mengalami kebocoran maka dapat dilihat penurunan sisa khlor dan peningkatan jumlah coliform.

Berdasarkan penelitian Finansyah (2007) Surabaya bahwa bila pipa bocor, maka sangat dimungkinkan terjadinya kontaminasi air dalam pipa dengan lingkungan di luar pipa yang akan mengakibatkan laju penurunan kadar chlorine berlangsung lebih cepat dan laju pertumbuhan bakteri coli lebih banyak dibanding kondisi pipa tidak bocor.

Bahan dan umur pipa turut mempengaruhi kontaminasi distribusi air minum. Pipa yang digunakan pada distribusi air minum umumnya dari bahan besi galvanis, tembaga, semen asbestos atau dari bahan polimer misalnya PVC dan lainnya. Semua bahan-bahan tersebut dapat memberikan kontribusi di dalam pencemaran air minum terutama apabila pH air agak rendah dan bersifat korosif (Said, 2000).

Kondisi pipa distribusi daerah layanan IPA Loa-Bakung terutama Jl. Jakarta, Jl. Rapak Indah dan Jl. Teuku Umar yang menjadi wilayah penelitian terbuat dari dari pipa PVC dan Pipa Steel yang sudah berusia 20 tahun. Pipa baja merupakan bahan yang kuat, elastis, dan tahan patah, tetapi lemah terhadap karat, baik di bagian dalam maupun di bagian luar permukaan pipa.

5. Hubungan Sisa Khlor Dengan Kualitas Bakteriologis Air.

Berdasarkan uji statistik didapatkan $p = 0,001$ dengan $\alpha = 0,05$ maka ada hubungan signifikan antara sisa khlor dengan kualitas bakteriologis air minum di Kecamatan Sungai Kunjang.

Apabila kandungan khlor tercapai melalui proses desinfeksi dengan sendirinya kandungan mikroorganisme yang ada dalam air akan dimusnahkan. Bakteri memiliki sitoplasma yang terlindungi oleh dinding sel yang berfungsi untuk melindungi pengaruh dari luar maupun tekanan osmotik dari dalam, agar metabolisme sel bisa berjalan. Selanjutnya apabila dalam suatu medium air diberikan bahan atau senyawa chlorine sebagai desinfektan maka akan terjadi proses kimia dan pelepasan ion-ion dari senyawa khlor. Akibatnya dinding sel akan pecah, sisa bahan dalam sitoplasma (H, O₂, K, Ca, Mg, Na, Fe) cenderung untuk melakukan tekanan keluar untuk berikatan dengan senyawa khlorin bebas dan menyebabkan pecahnya inti sel dan musnahnya mikroorganisme tersebut (Lucia, 1991).

Secara garis besar proses berjalannya Chlorinasi dalam pemusnahan mikroorganisme bisa diuraikan sebagai berikut :

- a. Adanya reaksi kimia dan pelepasan ion senyawa khlor di dalam air
- b. Terjadinya kerusakan dinding sel mikroorganisme
- c. Permeabilitas sel mikroorganisme terganggu

- d. Aktivitas enzim terhambat
- e. Sintesis asam nukleat terhambat
- f. Sel menjadi pecah dan musnah (Muslimin, 1995).

Apabila proses khlorinasi berhasil tepat, maka dengan sisa khlor sebanyak 0,05 mg/l dengan waktu reaksi dengan waktu reaksi 10 menit pada pH 7,0 akan mampu memusnahkan bakteri (Miftahur Rohim, 2006).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium dengan jumlah 24 sampel, untuk kualitas bakteriologis air didapatkan 9 sampel air (37,5%) mengandung 0 koloni/100 ml sedangkan 15 sampel air (62,5%) mengandung > 0 koloni/100 ml. Untuk sisa khlor terdapat 8 sampel air (33,3%) memiliki sisa khlor antara 0,2 mg/l – 5 mg/l dan 16 sampel air (66,7%) memiliki sisa khlor < 0,2 mg/l. Kebocoran pipa sebanyak 2 titik sampel (8,3%) dan 22 titik sampel (91,7%) tidak mengalami kebocoran. Dan jarak dari 0 meter – 9.000 meter.
2. Tidak ada hubungan signifikan antara kualitas bakteriologis air dengan jarak distribusi di Kecamatan Sungai Kunjang tahun 2012 ($p = 0,596$).
3. Tidak ada perbedaan signifikan antara kualitas bakteriologis air minum akibat kebocoran pipa PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang tahun 2012 ($p = 0,261$).

4. Tidak ada hubungan signifikan antara sisa khlor pada air minum akibat jarak distribusi di Kecamatan Sungai Kunjang tahun 2012 ($p = 0,248$) .
5. Tidak ada perbedaan signifikan antara sisa khlor pada air minum akibat kebocoran pipa PDAM di Kecamatan Sungai Kunjang tahun 2012 ($p = 0,152$).
6. Ada hubungan signifikan antara sisa khlor dengan kualitas bakteriologis air minum di Kecamatan Sungai Kunjang ($p = 0,001$).

B. Saran

Berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium, air hasil pengolahan IPA Loa – Bakung belum sepenuhnya memenuhi syarat-syarat air minum (Permenkes No.492/Menkes/Per/2010) setelah masuk jaringan distribusi, maka hal yang dapat disarankan adalah :

1. IPA Loa – Bakung, disarankan untuk memenuhi standar Instalasi Pengolahan Air seperti menggunakan gas khlor yang memiliki tingkat efektifitas 95 – 100 % kemudian diinjeksikan dari bak filter menuju reservoir sehingga dipastikan semua air akan mendapatkan desinfeksi yang homogen.
2. PDAM Tirta Kencana bekerja sama dengan Dinas Kesehatan Kota Samarinda untuk memantau kualitas air PDAM baik secara kimia, fisik dan bakteriologis.

3. Bagi Peneliti lain, penelitian ini memiliki keterbatasan dalam waktu pengambilan sampel yang dilakukan 2 hari sehingga distribusi hasil pemeriksaan berbeda jauh dari hari pertama dan hari kedua. Sebaiknya jumlah sampel lebih diperkecil sesuai ketentuan berlaku namun dilakukan replikasi.
4. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk mencari wilayah layanan PDAM yang lebih luas dan panjang sehingga dapat melihat keefektifitas desinfektan sisa khlor akibat jarak distribusi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrilian, F. 2004. Hubungan Jarak Perpipaan Dengan Jumlah Eschericia coli Pada Distribusi Air Perpipaan Dari Sumber Mata Air. *Skripsi*. Semarang.
- Azwar, azrul, 1990. *Pengantar ilmu kesehatan lingkungan*, cetakan kelima, PT. Mutiara sumber widya, Jakarta.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1995. *Metode Pengambilan Contoh Air Dan Pemeriksaan Bakteriologi Air*. http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADU287.pdf (Di akses pada tanggal 11 Agustus 2011 pukul 10.00 wita).
- Departemen Kesehatan RI. 1997. *Pedoman Pengawasan Kualitas Air*.
- Departemen Kesehatan RI, *Profil Kesehatan Indonesia 2003*. Jakarta: Depkes RI 2005.
- Dwijoseputro, D. *Dasar-dasar mikrobiologi/ oleh D. Dwidjoseputro.-cet.16-* Jakarta: djambatan, 2005.
- Effendi Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air*, Kanisius, Jakarta 2003
- Festiyanti, M. 2006. Hubungan Sisa Clhor Bebas Dengan Jumlah Bakteri Coliform Pada Air Minum PDAM Kabupaten Semarang Tahun 2006. *Skripsi*. Semarang.
- Giyantini. 2004. *Deinfeksi Air dengan Chlorinasi*, (5): 17-18., Journal Info Penyehatan Air dan Sanitasi, ISSN: 1414-761X, Volume VI, No. 11, Juli 2004, Ditjen. PPM & PL., E-mail : subdit_hsmm@yahoo.com.
- Henriquez, Anthony. BRE. *Sistem Penyediaan Air Minum di Kota*. Tiga Serangkai. Solo: 1999.
- Ibroni, M. 1997. Tinjauan Pelaksanaan Chlorinasi Air Bersih dan Kaitannya Dengan Sisa Chlor Di PDAM Tirtanadi Medan Tahun 1997. *Skripsi*, FKM USU, Medan.
- Kusyanto. 2008. Penyakit Akibat Air. <http://digilib.its.ac.id/public/pdf>. (Di akses pada tanggal 13 agustus 2011, pukul 15.00 wita)
- Lucia, W.M, 1991, Water Treatment Handbook - Sixth Edition - Volume 1, Degremont, Water and The Environment, France.

- Nurhayati Siregar. 2010. Hubungan Jarak Distribusi Air Bersih Dengan Jumlah Escherichia Coli Di Rumah Pelanggan PDAM Tirtanad Sunggal Di Kecamatan Medan Sunggal Tahun 2010. *Skripsi*. Medan. <http://repository.usu.ac.id/pdf>. (Di akses pada tanggal 12 agustus 2011, pukul 15.00 wita).
- Miftahur Rohim (2006). Analisis Penerapan Metode Kaportisasi Sederhana Terhadap Kualitas Bakteriologis Air PMA. *Skripsi*. Semarang. [Http://Eprints.Undip.Ac.Id/15727/1/Miftahur Rohim.Pdf](Http://Eprints.Undip.Ac.Id/15727/1/Miftahur_Rohim.Pdf). (Di Akes Pada Tanggal 21 Juli 2011, Pukul 20.00 Wita).
- Muslimin, L.W., 1995, Mikrobiologi Lingkungan, Dirjen. Dikti., Proyek Pengembangan Pusat Studi Lingkungan., Depdikbud., Jakarta.
- Permenkes RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tanggal 3 September 1990 tentang syarat-syarat kualitas air bersih.
- Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 persyaratan kualitas air minum.
- Profil kesehatan Indonesia 2008. <http://www.depkes.go.id/pdf>. (Di akses pada tanggal 1 Oktober 2011, pukul 11.00 wita)
- Rossmann, L.A., (2000), EPANET, Version 2, Users Manual, United States Environmental Protection Agency, Cincinnati
- Sutrisno, C Totok. 2004. *Teknologi Penyediaan air Bersih*. Rineka Cipta. Jakarta. Cetakan Kelima
- Slamet, J.S. 2002. *Kesehatan Lingkungan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. <http://repository.usu.ac.id/pdf>. (Di akses pada tanggal 11 agustus 2011, pukul 10.00 wita).
- Suriawiria C.T . *Teknologi penyediaan Air Bersih*. P.T. Rineka Cipta, Jakarta, 1991
- Soeparman, Suparmin, 2002, *Suatu Pengantar Pembuangan Tinja Dan Limbah Cair*, EGC, Jakarta
- Septian Pratama. 2011. Evaluasi Debit Air Dan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Di Perumahan Kampung Nelayan Kelurahan Nelayan Indah Belawan. *Skripsi*. Medan. <http://repository.usu.ac.id/pdf>. (Di akses pada tanggal 12 agustus 2011, pukul 16.00 wita).

Said, N I. 2002. *Bab 1 Kualitas Air dan Kesehatan Masyarakat*. Universitas Sumatera Utara www.kelair.bppt.go.id/pdf, diakses 15 April 2010.

Thornton, Julia, Reinhard Sturn, & George Kunkel, 2nd edition. 2008. *Water Loss Control*. New York : McGraw Hill. <http://repository.usu.ac.id/pdf>. (Dalam jurnal yang di akses pada tanggal 18 agustus 2011, pukul 13.20 wita.