

**PENGARUH TREATMENT INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) PDAM  
TERHADAP EFEKTIVITAS REDUKSI LOGAM BERAT TIMBAL (Pb)  
SUMBER BAKU SUNGAI MAHAKAM DALAM SISTEM PENGOLAHAN  
PDAM KOTA SAMARINDA TAHUN 2012**

**OLEH :**

**ANRIANISA**

**08.1101.5011.10**



**UNIVERSITAS MULAWARMAN  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
SAMARINDA  
2012**

**ABSTRAK**

**ANRIANISA**

**PENGARUH TREATMENT INSTALASI PENGOLAHAN AIR (IPA) PDAM TERHADAP EFEKTIVITAS REDUKSI LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) SUMBER BAKU SUNGAI MAHAKAM DALAM SISTEM PENGOLAHAN PDAM KOTA SAMARINDA TAHUN 2012, dengan Dosen Pembimbing I Dra. Hj. Sitti Badrah., M.Kes dan Dosen Pembimbing II Blego Sedionoto, SKM, M.Kes.**

Sungai Mahakam merupakan sumber baku air PDAM Samarinda dimana berdasarkan Laporan Pemantauan Kualitas Air Sungai Mahakam Tahun 2011 telah tercemari konsentrasi timbal (Pb) sebesar 0,06 - 0,25 mg/L. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh treatment terhadap efektivitas reduksi timbal di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Samarinda.

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian studi perbandingan (*Comparative Study*) dengan metode observasi dan pemeriksaan laboratorium. Objek penelitian adalah IPA Bendang, IPA Loa Bakung, IPA Gn. Lipan, dan IPA Cendana. Dan pengumpulan data menggunakan data primer dan sekunder.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa 5 variabel yang dianalisis dengan uji *Paired T-test* berdasarkan taraf signifikansi 0,05, yaitu 1 diantaranya bermakna dan berpengaruh terhadap efektivitas reduksi timbal (Pb) yaitu flokulasi dengan  $p_{value} = 0,017$ , sedangkan 4 lainnya tidak memiliki pengaruh yang bermakna yaitu koagulasi dengan  $p_{value} = 0,108$ , sedimentasi dengan  $p_{value} = 0,061$ , filter dengan  $p_{value} = 0,067$ , reservoir dengan  $p_{value} = 0,060$  dan 1 variabel yang dianalisis dengan uji *Regresi Linear* dengan taraf signifikansi 0,05, yaitu kelengkapan treatment tidak memiliki pengaruh yang bermakna dengan  $p_{value} = 0,826$ .

Kesimpulannya adalah flokulasi berpengaruh terhadap efektivitas reduksi timbal (Pb).

Disarankan kepada PDAM Samarinda untuk melakukan perencanaan ulang terhadap Instalasi Pengolahan Air (IPA) sehingga dapat menghasilkan air minum yang berstandar Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010. Serta melakukan pengawasan air dengan melakukan pengujian logam berat timbal (Pb) pada air hasil olahan PDAM secara berkala.

Kata kunci : Intake Air Baku, Prasedimentasi, Koagulasi, Flokulasi, Sedimentasi, Filter, Reservoir, Timbal (Pb).

Kepustakaan : 43 (1990 - 2011)

ABSTRACT

**ANRIANISA**

**THE EFFECT OF TREATMENT WATER PROCESSING INSTALATION (IPA) PDAM THROUGH EFFECTIVENESS OF REDUCTION HEAVY METAL TIMBAL (Pb) STANDARD SOURCE OF MAHAKAM RIVER IN PDAM PROCESSING SYSTEM SAMARINDA CITY IN 2012, WITH LECTURER ADVISOR I Dra. Hj. Sitti Badrah., M.Kes AND LECTURER ADVISOR II Blego Sedionoto, SKM, M.Kes.**

Mahakam river is one of standard water source of PDAM Samarinda. Where based on Mahakan river water quality monitoring in 2011 had been contaminated timbale concentration (Pb) about 0,06 - 0,25 mg/L. The research purposes to know the effect of treatment through effectiveness of reduction timbal in water processing installation (IPA) PDAM Samarinda.

The type of research that is used comparative study research with an observation method and laboratory checking. Research objects are IPA Bendang, IPA Loa Bakung, IPA Gn. Lipan, dan IPA Cendana. And also data collecting used primer and secondary data.

From the result of research showed that 5 variables which were analyzed with *Paired T-test based on* significant level 0,05, it was one of among them meaningful and influential through effectiveness of reduction timbal (Pb). It was flocculation with  $p_{value} = 0,017$ , whereas 4 of them did not have sedimentation with  $p_{value} = 0,061$ , filter with  $p_{value} = 0,067$ , reservoir with  $p_{value} = 0,060$  and 1 variable which was analyzed with *Regresi Linear test* with significant level 0,05. It was treatment completeness not to have the effect that was meaningful with  $p_{value} = 0,826$ .

The conclusion is flocculation affects through effectiveness of reduction timbal (Pb).

Suggested that to PDAM employees Samarinda for doing a plan again through water processing installation (IPA). So that it can produce water that has standard Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010. And also doing water control with testing heavy metal timbale (Pb) in the processed water PDAM regularly.

Keywords : Intake Air Baku, Prasedimentasi, Koagulasi, Flokulasi, Sedimentasi, Filter, Reservoir, Timbal (Pb).

Bibliography : 43 (1990 - 2011)

## RIWAYAT HIDUP

Nama : Anrianisa  
NIM : 08.1101.5011.10  
Tempat / Tgl Lahir : Samarinda, 04 Agustus 1990  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam  
Asal Sekolah : SD Negeri 018 Samarinda (1996-2002)  
SMP Negeri 1 Samarinda (2002-2005)  
SMA Negeri 1 Samarinda (2005-2008)  
Alamat : Jl. Seruling No. 48A RT. 36 Komplek Prevab Segiri  
Kelurahan Dadimulya Samarinda 75123 KALTIM  
Pengalaman : 1. Praktek Belajar Lapangan (PBL) di Desa Muara  
Badak Ilir Kabupaten Muara Badak Kecamatan  
Kutai Kartanegara (2010 dan 2012).  
2. Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Juata  
Permai, Kecamatan Tarakan Utara, Kota Tarakan  
(2011).  
3. Magang di Laboratorium Induk PDAM Kota  
Samarinda (2012).

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas limpahan rahmat yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Treatment Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Terhadap Eektivitas Reduksi Logam Berat Timbal (Pb) Sumber Baku Sungai Mahakam Dalam Sistem Pengolahan Pdam Kota Samarinda Tahun 2012”

Dalam proses penulisan tugas akhir ini, penulis mendapatkan bantuan dari beberapa pihak dan pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dra. Hj. Sitti Badrah, M. Kes selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Masyarakat sekaligus selaku pembimbing 1 yang telah membimbing sejak awal proses penulisan proposal penelitian sampai dengan penyusunan hasil penelitian.
2. Bapak Blego Sedionoto, SKM, M.Kes selaku pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan penulis sejak awal proses penulisan proposal penelitian, proses kegiatan penelitian sampai dengan penyusunan hasil penelitian serta selalu memberikan motivasi dan semangat yang tulus kepada saya.
3. Bapak DR. Iwan M. Ramdan, S.Kep., M.Kes dan Muhammad Sultan, SKM., M.Kes sebagai penguji yang telah berkenan memberikan saran dan kritik bagi penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

4. Seluruh Dosen-dosen serta staf/karyawan Akademi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarwan yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan proses pembelajaran.
5. PDAM Kota Samarinda dan Kepala Seksi Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM yang telah memberikan izin dalam melakukan penelitian.
6. Bapak Hadinata Eka Putra selaku Kasi Laboratorium Induk PDAM Kota Samarinda yang bersedia meluangkan waktu, menemani dengan ceria dan banyak membantu selama proses kegiatan penelitian berlangsung.
7. Bapak Ismail Fahmy Almadi, S.Pi., MP selaku Ketua Laboratorium Analisis Terpadu Jurusan Budidaya Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan yang telah membantu dalam proses kegiatan penelitian berlangsung.
8. Bapa Drs. H. Dardjat Syachrani, M.Hum dan Mama Hj. Ernawati Aeni tercinta yang senantiasa berdoa untuk keberhasilan anaknya dan telah memberikan kasih sayang serta dukungan baik moril maupun materi serta tak lupa memberi dukungan untuk terus berusaha dan berjuang dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Kakak-kakak tersayang Fadllun Rabbi, S.Kom dan Anna Darliana, SE serta adik Anisyahdina tercinta yang selalu membuat hari-hari lebih indah dan menjadi penyemangat.

10. Maulana Setihada, terimakasih atas motivasinya selama ini, dan pengertian serta tenaga ektranya selama proses kegiatan penelitian berlangsung.
11. Sahabat-sahabat tersayang Sopia Latuba, Irmalita Purnamasari, dan Duwi Ari Prasetyo, SKM terima kasih atas dorongan, keceriaan dan kebersamaan yang tidak akan pernah terlupakan.
12. Teman-teman angkatan 2008 kelas A, teman-teman PBL Muara Badak Ilir (Vidita, Vina, Dewi, Yanto, Bambang, Sarlly, Yaya Arab dan Yuli), dan KKN Reguler Tarakan 13 (Mae, Mita, Kris dan Rara). Terima kasih atas pengalaman dan pelajaran hidup yang diberikan secara langsung dan tidak langsung dan telah menjadi cerminan dalam hidup agar hidup menjadi lebih baik lagi.
13. Semua pihak yang tidak dapat di sebutkan satu persatu atas segala hal yang bersifat positif kepada penulis.

Penulis sampaikan ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan tugas akhir ini, semoga Allah SWT memberikan rahmat dan barokahnya. Penulis menyadari atas banyaknya kekurangan dalam penyelesaian skripsi ini, semoga saran dan kritik dapat menjadi penyempurna dan dapat dikembangkan pada penelitian lainnya.

Samarinda, Oktober 2012

**Anrianisa**  
NIM. 08.1101.5011.10

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
ABSTRAK .....	ii
ABSTRACT .....	iii
RIWAYAT HIDUP .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	6
C. Tujuan Penelitian .....	6
D. Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II Tinjauan Pustaka</b>	
A. Tinjauan Umum Pencemaran .....	8
B. Tinjauan Umum Tentang Air Bersih .....	15
C. Tinjauan Umum Tentang Standar Kualitas Air Bersih .....	19
D. Tinjauan Umum Tentang Penyediaan Air Bersih .....	20
E. Tinjauan Umum Tentang Proses Pengolahan air .....	23
F. Kerangka Teori .....	36
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
A. Jenis Penelitian .....	37
B. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	37
C. Sampel .....	38
D. Kerangka Konsep .....	40
E. Hipotesis Penelitian .....	40
F. Variabel Penelitian .....	41
G. Definisi Operasional .....	42
H. Teknik Pengumpulan Data .....	46

I. Pengolahan dan Analisa Data .....	46
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Gambaran Umum PDAM Kota Samarinda .....	51
B. Hasil Penelitian .....	55
C. Pembahasan .....	70
<b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	89
B. Saran .....	90
LAMPIRAN	
DAFTAR PUSTAKA	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Batas Maksimum Cemaran Timbal (Pb) di Air .....	15
Tabel 3.1	Definisi Operasional Penelitian .....	42
Tabel 4.1	Distribusi Kualitas Timbal (Pb) di Intake Air Baku pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012 .....	56
Tabel 4.2	Distribusi Kelengkapan Pemberian Treatment pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012 .....	57
Tabel 4.3	Distribusi Pengaruh Treatment terhadap Kadar Timbal (Pb) pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012 .....	58
Tabel 4.4	Distribusi Pengaruh Prasedimentasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012 .....	59
Tabel 4.5	Distribusi Pengaruh Koagulasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012 .....	60
Tabel 4.6	Distribusi Pengaruh Flokulasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012 .....	61
Tabel 4.7	Distribusi Pengaruh Sedimentasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012 .....	62
Tabel 4.8	Distribusi Pengaruh Filter terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012 .....	63
Tabel 4.9	Distribusi Pengaruh Reservoir terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012 .....	63

Tabel 4.10 Hasil Analisa Pengaruh Koagulasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012 .....	65
Tabel 4.11 Hasil Analisa Pengaruh Flokulasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012 .....	66
Tabel 4.12 Hasil Analisa Pengaruh Sedimentasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012 .....	67
Tabel 4.13 Hasil Analisa Pengaruh Filter terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012 .....	67
Tabel 4.14 Hasil Analisa Pengaruh Reservoir terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012 .....	68
Tabel 4.15 Hasil Analisa Pengaruh Kelengkapan Treatment terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012 .....	69

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tipikal Proses Pengolahan Air .....	35
Gambar 2.2 Kerangka Teori .....	36
Gambar 2.3 Kerangka Konsep .....	40

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Lembar Observasi
- Lampiran 2 Master Data SPSS
- Lampiran 3 Output Analisis Univariat dan Bivariat
- Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pada saat ini pencemaran berlangsung dimana-mana dengan laju begitu cepat yang tidak pernah terjadi sebelumnya. Kecenderungan pencemaran, terutama setelah perang dunia kedua mengarah pada dua hal, yaitu pembuangan senyawa kimia tertentu yang semakin meningkat terutama akibat kegiatan industri dan transportasi dan keduanya adalah akibat penggunaan berbagai produk bioksida dalam kehidupan sehari-hari (Naria, 2005).

Pencemaran logam berat terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Banyak kasus keracunan yang ditimbulkan oleh logam berat telah terjadi diseluruh dunia. Dan banyak ahli yang telah melakukan penelitian terhadap sumber-sumber penyebab utama dari kasus-kasus keracunan tersebut. Ternyata buangan industri terutama industri-industri logam seperti baja dan elektronik serta pertambangan merupakan penyebab utama dari kasus keracunan tersebut (Putra, 2002).

Semakin banyak pabrik-pabrik berdiri maka semakin potensial pula sungai tercemar limbah. Hal tersebut karena pada saat ini masih terdapat anggapan bahwa sungai tempat pembuangan limbah yang mudah dan murah, serta pengaturan penggunaan sungai belum

memadai dan berjalan sebagaimana mestinya di Indonesia, akibatnya terjadi pencemaran air sungai terutama sungai yang melintasi daerah perkotaan (Suratmo, F. G, 2002).

Sungai Mahakam merupakan salah satu sungai yang mengalir di Provinsi Kalimantan Timur. Sungai mahakam banyak dimanfaatkan penduduk sekitarnya untuk berbagai aktivitas kehidupan seperti MCK, pertambangan batubara, transportasi air, perikanan, pembangkit listrik, galangan kapal serta dimanfaatkan sebagai bahan baku PDAM Kota Samarinda. Keadaan ini membuat sungai mahakam selain berfungsi sebagai sumber air juga menjadi badan air yang menerima limbah dari berbagai kegiatan tersebut sehingga bisa mengakibatkan terjadinya perubahan kualitas air tersebut (Widiyanto, 2006).

Hasil penelitian pemanfaatan air Sungai Bengawan Solo yang mengandung timbal digunakan untuk mengairi sawah, ternyata terdapat timbal dalam padi hasil panen sebesar 13,57 mg/kg (Diponegoro, 1997).

Berdasarkan Laporan Pemantauan Kualitas Air Sungai Mahakam Tahun 2011 oleh BLH Provinsi Kalimantan Timur dikemukakan hasil untuk pengukuran konsentrasi timbal pada titik sampling Kabupaten Kutai Barat terdapat 0,06 - 0,23 mg/L, pada titik sampling Kabupaten Kutai Kartanegara terdapat 0,17 – 0,25 mg/L, pada titik sampling Samarinda terdapat 0,07 mg/L yang seharusnya menurut PERDA Provinsi Kalimantan Timur No. 02 tahun 2011 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran

Baku Mutu Air Pada Sumber Air Berdasarkan Kelas 1 untuk Timbal (Pb) adalah 0,03 mg/L. Berdasarkan data tersebut telah jelas bahwa konsentrasi timbal di bagian hulu dari Muara Mahakam lebih tinggi dibandingkan dengan di bagian hilirnya.

Sumber utama adanya timbal di air berasal dari pembuangan limbah yang mengandung timbal. Public Health Service Amerika Serikat menetapkan bahwa sumber-sumber air untuk masyarakat tidak boleh mengandung timbal lebih dari 0,05 mg/L, sedangkan WHO menetapkan batas timbal di dalam air sebesar 0,1 mg/L. Indonesia juga mempunyai nilai ambang batas timbal untuk air minum berdasarkan Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum yaitu sebesar 0,01 mg/l (Fardiaz, 2002).

Menurut Mukono (2006) di Amerika Serikat ditemukan kadar timbal dalam air minum mencapai 50 mg/L yang disebabkan oleh pemakaian tandon dan pipa air minum yang berlapis timbal. Di Indonesia, penyediaan air bersih yang diusahakan pemerintah melalui Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), sebagian besar di peruntukan bagi masyarakat perkotaan meliputi ibukota propinsi, kabupaten/kotamadya dan ibukota kecamatan.

Untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi masyarakat di Kota Samarinda, pemerintah telah mengusahakan penyediaan air bersih melalui Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Samarinda. Sumber air baku PDAM adalah Air Sungai Mahakam yang merupakan

sungai dengan debit air yang sepanjang tahun relatif tetap. Air tersebut kemudian ditampung pada sebuah bak penampungan (*intake*) lalu dialirkan ke seluruh Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda untuk mengalami proses pengolahan air bersih dengan tahapan prasedimentasi, koagulasi, sedimentasi, filter dan terakhir pada bak reservoir yang kemudian dipompa untuk didistribusikan ke masyarakat.

Dalam penelitian ini, dilakukan pengukuran tingkat pencemaran air sungai mahakam sebagai air baku PDAM, menggunakan parameter logam terlarut Timbal (Pb) dengan alasan parameter tersebut memberikan dampak yang signifikan terhadap kualitas air PDAM yang dikonsumsi oleh masyarakat Samarinda sehingga memberikan dampak terhadap kesehatan tubuh apabila air baku sungai mahakam yang telah tercemar tersebut dikonsumsi. Dan pengukuran dilakukan pada air hasil proses pengolahan di setiap pemberian treatment dalam pengolahan air untuk mengetahui seberapa efektifitas dalam mengolah air minum yang akan dikonsumsi oleh masyarakat. Pengukuran dilakukan pada objek penelitian yang menggunakan air sungai mahakam sebagai air bakunya yaitu di Instalasi Pengolahan Air (IPA) Bendang, Loa Bakung, Gunung Lipan dan Cendana Unit 2 PDAM Kota Samarinda. Dimana dari ke 4 (empat) Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda tersebut memiliki perbedaan dalam tahapan pengolahan air bersih. Dari ke 4 (empat) Instalasi Pengolahan Air (IPA) tersebut hanya ada 1

(satu) Instalasi Pengolahan Air (IPA) yaitu Instalasi Pengolahan Air (IPA) Gunung Lipan yang memiliki tahapan pengolahan dengan bak prasedimentasi dimana pada bak ini terjadi pengendapan pertama untuk air baku yang didapat dari intake air baku. Sedangkan 3 (tiga) Instalasi Pengolahan Air (IPA) lainnya tidak memiliki bak prasedimentasi dalam proses pengolahan air bersih.

Sedangkan berdasarkan pengalaman peneliti selama magang di Laboratorium Induk PDAM Kota Samarinda didapatkan data mengenai pemeriksaan parameter kimia untuk kadar timbal (Pb) di air minum yang telah diproduksi oleh PDAM Kota Samarinda yang dikonsumsi oleh sebagian besar masyarakat kota Samarinda, belum pernah dilakukan di sana sehingga kualitas air minum yang telah diproduksi dan didistribusikan oleh PDAM Kota Samarinda masih dapat dipertanyakan.

Berdasarkan uraian diatas, kondisi ini tentu saja menarik untuk dikaji, karena melalui penelitian ini akan diketahui tingkat pencemaran air sungai mahakam yang menjadi air baku PDAM terhadap logam berat timbal (Pb), pengaruh treatment dan kelengkapan treatment Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM terhadap efektivitas reduksi logam berat timbal (Pb) dari proses pengolahan air bersih oleh PDAM yang akan mempengaruhi kualitas air PDAM yang akan dikonsumsi oleh masyarakat Samarinda.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas maka yang menjadi rumusan masalah yaitu bagaimana pengaruh treatment Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM terhadap efektivitas reduksi logam berat timbal (Pb) sumber baku Sungai Mahakam dalam sistem pengolahan PDAM Kota Samarinda tahun 2012?

## **C. Tujuan Penelitian**

### **1. Tujuan Umum**

Mengetahui pengaruh treatment Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM terhadap efektivitas reduksi logam berat timbal (Pb) sumber baku sungai mahakam dalam sistem pengolahan PDAM kota samarinda pada tahun 2012.

### **2. Tujuan Khusus**

- a. Mengetahui kualitas logam berat timbal (Pb) di intake air baku sebagai sumber baku sungai mahakam dalam sistem pengolahan PDAM Kota Samarinda pada tahun 2012.
- b. Mengetahui kelengkapan treatment di Instalasi Pengolahan Air (IPA) sumber baku sungai mahakam dalam sistem pengolahan PDAM Kota Samarinda pada tahun 2012.
- c. Mengetahui pengaruh treatment Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM terhadap efektivitas reduksi logam berat timbal (Pb) sumber baku sungai mahakam dalam sistem pengolahan PDAM Kota Samarinda pada tahun 2012.

d. Mengetahui pengaruh kelengkapan treatment Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM terhadap kualitas kadar logam berat timbal (Pb) sumber baku sungai mahakam dalam sistem pengolahan PDAM Kota Samarinda pada tahun 2012.

#### **D. Manfaat Penelitian**

1. Bagi Instansi terkait memberikan informasi tentang pengaruh treatment Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM dan konsentrasi kadar logam berat timbal (Pb) pada air produksi PDAM yang dapat digunakan sebagai acuan untuk mengupayakan peningkatan kualitas air produksi PDAM Kota Samarinda.
2. Bagi peneliti merupakan tambahan pengalaman, memperluas wawasan dan pengetahuan mengenai pengaruh treatment Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM dan konsentrasi kadar logam berat timbal (Pb) pada air produksi PDAM yang dapat mempengaruhi kualitas air yang akan dihasilkan oleh PDAM Kota Samarinda.
3. Bagi masyarakat sebagai tambahan informasi mengenai mengenai pengaruh treatment Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM dan konsentrasi kadar logam berat timbal (Pb) pada air produksi PDAM yang dapat mempengaruhi kualitas air yang akan dihasilkan oleh PDAM Kota Samarinda yang kemudian akan dikonsumsi oleh masyarakat.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Umum Pencemaran**

##### **1. Pencemaran Air**

Dalam Peraturan Pemerintah RI No. 20/1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air, pencemaran air didefinisikan sebagai : “pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya” (Pasal 1, angka 2). Definisi pencemaran air tersebut dapat diuraikan sesuai makna pokoknya menjadi 3 (tiga) aspek, yaitu aspek kejadian, aspek penyebab atau pelaku dan aspek akibat.

Berdasarkan definisi pencemaran air, penyebab terjadinya pencemaran dapat berupa masuknya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam air sehingga menyebabkan kualitas air tercemar. Masukan tersebut sering disebut dengan istilah unsur pencemar, yang pada prakteknya masukan tersebut berupa buangan yang bersifat rutin, misalnya bahan buangan berupa campuran kompleks mengandung bahan-bahan kimia organik atau anorganik serta bahan toksik dari logam berat. Aspek pelaku/penyebab dapat yang disebabkan oleh alam atau oleh

manusia. Pencemaran yang disebabkan oleh alam tidak dapat berimplikasi hukum, tetapi Pemerintah tetap harus menanggulangi pencemaran tersebut. Sedangkan aspek akibat dapat dilihat berdasarkan penurunan kualitas air sampai ke tingkat tertentu.

Pengertian tingkat tertentu dalam definisi tersebut adalah tingkat kualitas air yang menjadi batas antara tingkat tak-cemar (tingkat kualitas air belum sampai batas) dan tingkat cemar (kualitas air yang telah sampai ke batas atau melewati batas). Ada standar baku mutu tertentu untuk peruntukan air. Sebagai contoh adalah pada UU Kesehatan No. 23 tahun 1992 ayat 3 terkandung makna bahwa air minum yang dikonsumsi masyarakat, harus memenuhi persyaratan kualitas maupun kuantitas, yang persyaratan kualitas tertuang dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 146 tahun 1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air. Sedangkan parameter kualitas air minum/air bersih yang terdiri dari parameter kimiawi, fisik, radioaktif dan mikrobiologi, ditetapkan dalam PERMENKES 416/1990 (Setiawan, 2001).

Sebagian besar keperluan air sehari-hari berasal dari sumber air tanah dan sungai. Dengan berkembangnya kegiatan industri serta perdagangan, kualitas sungai mulai mengalami kemerosotan dan pencemaran. Sungai memiliki peran yang penting bagi masyarakat sehingga kualitas air sungai harus dikendalikan dan diawasi sesuai dengan peruntukannya dengan cara menetapkan baku mutu air sungai dan segmentasi sungai. Sasaran penetapan

kelas air sungai adalah meningkatnya manfaat air sungai untuk air PDAM dengan bahan bakunya berasal dari air sungai, air minum atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut (Rahman, 2007)

### **1. Sumber Pencemaran Air**

Pencemaran memasuki badan air dengan berbagai cara misalnya melalui limbah domestik, pembuangan limbah industri dan lain-lain. Proses pengolahan industri dari hampir setiap jenis memproduksi beberapa kuantitas bahan limbah. Dalam hampir seluruh kasus, dari material limbah ini memiliki pengaruh yang buruk terhadap lingkungan.

Pencemaran yang disebabkan logam berat sangat perlu mendapatkan perhatian karena adanya sifat-sifat logam berat yang tahan pelapukan (non degradable) dan mudah diadsorpsi oleh biota laut baik secara langsung maupun melalui rantai makanan. Pencemaran suatu perairan oleh unsur-unsur logam berat selain dapat mengganggu ekosistem juga secara tidak langsung dapat merusak perikanan dan kesehatan manusia (Effendi, 2003).

Komponen pencemaran air yang berasal dari rumah tangga (pemukiman) dan industri dapat dikelompokkan sebagai bahan buangan :

#### **a. Organik dan olahan bahan makanan**

Bahan buangan organik umumnya berupa limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme,

sehingga bila dibuang ke perairan akan menaikkan populasi mikroorganisme. Kadar BOD dalam hal ini akan naik. Tidak tertutup kemungkinan dengan berambahnya mikroorganisme dapat berkembang pula bakteri patogen yang berbahaya bagi manusia. Demikian pula untuk buangan olahan bahan makanan yang sebenarnya adalah juga buangan organik yang baunya lebih menyengat. Diantara buangan organik yang sangat meresahkan dalam kehidupan adalah jenis pestisida, surfactan atau jenis deterjen lainnya seperti minyak atau lemak dan senyawa-senyawa nitrogen. Umumnya buangan olahan makanan mengandung protein dan gugus amin, maka bila didegradasi akan terurai menjadi senyawa yang mudah menguap karena menghabiskan oksigen dalam limbah dan berbau busuk pada penyediaan air bersih.

#### b. Anorganik

Buangan anorganik sukar didegradasi oleh mikroorganisme, umumnya adalah logam. Apabila masuk ke perairan, maka akan terjadi peningkatan jumlah ion logam dalam air dan sangat berbahaya bagi tubuh manusia, air tersebut tidak layak minum. Bahan buangan anorganik ini biasanya berasal dari limbah industri seperti industri pelapisan logam, penyamakan kulit, cat, baterai kering, soda kaustik dan lain-lain yang melibatkan penggunaan unsur-unsur logam seperti Timbal (Pb), Arsen (As), Air Raksa atau Merkuri (Hg),

Cadmium (Cd), Nikel (Ni), Calcium (Ca), Magnesium (Mg) dll. Logam-logam ini dapat terikat sebagai anorganik maupun organik seperti methyl merkuri, tetra ethylled.

Kedua zat kimia ini harus ditekan volume dan konsentrasinya sampai batas limit, sehingga walaupun terpaksa masih ada didalam air, tidak membahayakan bagi pengguna air minum, keberadaan komponen pencemar kimia tersebut diukur atas tingkat toksiditasnya terhadap kesehatan manusia. Pencemar atau polutan yang termasuk bahan berbahaya dan beracun yang dikenal dengan singkatan B3, yaitu merkuri, timah hitam, arsen, tembaga, cadmium dan senyawa kimia nitrit, nitrat, phenol, detergen serta elemen-elemen radioaktif (Rusli. M, 2005).

## **2. Logam berat**

Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Sebagai contoh, bila unsur logam besi (Fe) masuk ke dalam tubuh, meski dalam jumlah agak berlebihan, biasanya tidaklah menimbulkan pengaruh yang buruk terhadap tubuh. Karena unsur besi (Fe) dibutuhkan dalam darah untuk mengikat oksigen. Sedangkan unsur logam berat baik itu logam berat beracun yang dipentingkan seperti tembaga (Cu), bila masuk kedalam tubuh dalam jumlah berlebihan

akan menimbulkan pengaruh-pengaruh buruk terhadap fungsi fisiologis tubuh. Jika yang masuk ke dalam tubuh organisme hidup adalah unsur logam berat beracun seperti hidrargyrum (Hg) atau disebut juga air raksa, maka dapat dipastikan bahwa organisme tersebut akan langsung keracunan.

Berbeda dengan logam biasa, logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup. Dapat dikatakan bahwa semua logam berat dapat menjadi bahan beracun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup. Namun demikian, meski semua logam berat dapat mengakibatkan keracunan atas makhluk hidup, sebagian logam-logam berat tersebut tetap dibutuhkan oleh makhluk hidup. Kebutuhan tersebut berada dalam jumlah yang sangat sedikit. Tetapi bila kebutuhan dalam jumlah yang sangat kecil itu tidak terpenuhi, maka dapat berakibat fatal dalam kelangsungan hidup dari setiap makhluk hidup. Karena tingkat kebutuhan sangat dipentingkan maka logam-logam tersebut juga dinamakan sebagai logam-logam atau mineral-mineral esensial tubuh. Ternyata kemudian, bila jumlah dari logam-logam esensial ini masuk dalam jumlah berlebihan, maka akan berubah fungsi menjadi zat racun bagi tubuh. Contoh dari logam-logam berat esensial ini adalah tembaga (Cu), seng (Zn) dan nikel (Ni) (Palar, 2008).

### 3. Timbal (Pb)

Secara alamiah, Pb dapat masuk ke badan perairan melalui pengkristalan di udara dengan bantuan air hujan, melalui proses modifikasi dari batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin. Pb yang masuk ke dalam badan perairan sebagai dampak dari aktivitas kehidupan manusia (antropogenik). Diantaranya adalah air buangan (limbah) dari industri yang berkaitan dengan Pb. Umumnya jalur buangan dari limbah cair industri yang menggunakan Pb akan mencemari sungai dan alurnya. Biasanya timbal larut dalam air karena ada pada peralatan penyalur air yang terbuat dari timbal.

Sumber-sumber Pb yang menyebabkan tingginya kandungan Pb didalam udara adalah pembakaran batubara, asap dari pabrik-pabrik yang mengolah senyawa alkil Pb, Pb oksida serta peleburan biji Pb. Secara alamiah Pb didalam batubara sangatlah sedikit, akan tetapi dikarenakan penambangan serta penggunaan batubara yang semakin meluas maka kandungan logam Pb yang terbuang ke udara bebas juga akan semakin besar.

Timbal merupakan logam berat non esensial yaitu logam berat yang tidak diperlukan dalam metabolisme tubuh manusia, sehingga apabila konsentrasinya di perairan melebihi nilai konsentrasi minimal yang diperbolehkan, akan mengakibatkan efek toksik pada kehidupan yang ada di perairan tersebut.

Keracunan yang ditimbulkan oleh Pb pada manusia dapat terjadi karena masuknya Pb kedalam tubuh. Proses tersebut dapat terjadi melalui udara, makanan, minuman dan penetrasi pada selaput atau lapisan kulit. Keracunan yang disebabkan oleh keberadaan Pb dalam tubuh akan mempengaruhi jaringan dan organ tubuh. Organ-organ tubuh yang terganggu akibat keracunan Pb tersebut adalah sistem syaraf, sistem ginjal, sistem reproduksi, system endokrin dan jantung serta dapat menyebabkan kematian. Setiap bagian yang diserang oleh logam Pb akan memperlihatkan efek yang berbeda-beda (Palar, 2008).

**Tabel 2.1 Batas Maksimum Cemaran Timbal (Pb) di Air**

Parameter	Metode Pengujian/Alat	Permenkes RI No. 492/ MENKES/ PER/ IV/ 2010
Timbal (Pb)	AAS (Atomic Absorbance Spectrophotometer)	0,01 mg/L

## **B. Tinjauan Umum Tentang Air Bersih**

### **1. Pengertian Air Bersih**

Air bersih menurut Permenkes RI No. 416/MENKES/Per/IX/1990 adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.

Air bersih dalam kehidupan manusia merupakan salah satu kebutuhan paling esensial, sehingga kita perlu memenuhinya dalam jumlah dan kualitas yang memadai. Selain untuk dikonsumsi air bersih juga dapat dijadikan sebagai salah satu sarana dalam

meningkatkan kesejahteraan hidup melalui upaya peningkatan derajat kesehatan.

Air bersih yang baik adalah air yang tidak tercemar secara berlebihan oleh zat-zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan antara lain Timbal (Pb), Air raksa atau Merkuri (Hg), Arsen (As), Aluminium (Al), Barium (Ba), Besi (Fe), Flourida (F), Mangan (Mn), Cadmium (Cd), dan zat-zat kimia lainnya. Kandungan zat kimia dalam air bersih yang digunakan sehari-hari hendaknya tidak melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan seperti tercantum dalam Permenkes RI 416/MENKES/PER/IX/1990.

Penggunaan air yang mengandung bahan kimia beracun dan zat-zat kimia yang melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan berakibat tidak baik bagi kesehatan dan material yang digunakan manusia (Soemirat, 2003).

## **2. Sumber-sumber Air**

Untuk keperluan air minum, rumah tangga dan industri, secara umum dapat digunakan sumber air yang berasal dari air sungai, mata air, danau, sumur, dan air hujan yang telah dihilangkan zat-zat kimianya, gas racun, atau kuman-kuman yang berbahaya bagi kesehatan. Sumber air yang dapat kita manfaatkan pada dasarnya digolongkan sebagai berikut :

- a. Air angkasa adalah air yang berasal dari angkasa yang berupa air hujan, salju dan es. Air yang terjadi karena penguapan, terutama air permukaan laut yang naik ke atmosfer dan

mengalami pendinginan kemudian jatuh ke permukaan bumi. Dalam keadaan murni, air hujan sangat bersih tetapi setelah mencapai permukaan bumi, air hujan tidak murni lagi karena ada pengotoran udara yang disebabkan oleh pengotoran industri/debu dan lain sebagainya. Maka untuk menjadikan air hujan sebagai sumber air minum hendaklah pada waktu menampung air hujan jangan dimulai pada saat hujan mulai turun, karena masih banyak mengandung kotoran.

- b. Air tanah adalah air yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah, yang tersimpan/terperangkap didalam lapisan batuan seperti mata air, sumur dangkal/dalam, air atesis. Mata air yang berasal dari tanah dalam, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kuantitas/kualitasnya sama dengan keadaan air dalam.

Pada dasarnya, air tanah dapat berasal dari air hujan, baik melalui proses infiltrasi secara langsung maupun tidak langsung dari air sungai, danau rawa, dan genangan air lainnya. Pada saat infiltrasi kedalam tanah, air permukaan mengalami kontak dengan mineral-mineral yang terdapat didalam tanah dan melarutkannya, sehingga kualitas air mengalami perubahan karena terjadi reaksi kimia (Sutrisno. T, 2006).

- c. Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini mendapat pengotoran

selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, dan sebagainya. Yang termasuk air permukaan seperti air sungai, danau, air telaga baik alam maupun buatan, air dari saluran irigasi dan lain-lain (Kusnoputranto. H, 1997).

Ditinjau dari sudut kesehatan, air permukaan tidaklah selalu memenuhi syarat kesehatan, karena dapat terkontaminasi dengan berbagai zat-zat mineral ataupun kimia yang mungkin membahayakan kesehatan (Azwar. A, 1990).

Jadi dapat dipahami bahwa air permukaan merupakan badan air yang mudah sekali dicemari terutama oleh kegiatan manusia. Oleh karena itu mutu air permukaan perlu mendapatkan perhatian yang seksama apabila air permukaan akan dipakai sebagai bahan baku air bersih (Kusnoputranto. H, 1997).

### **3. Syarat Air Bersih**

Air bersih yang penggunaannya sangat luas dalam seluruh segi kehidupan dan aktifitas manusia, maka dengan mengutip Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 173/MENKES/Per/VII/1977, penyediaan air bersih yang layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat banyak, harus memenuhi standar kuantitas dan kualitas, yaitu :

- a. Aman dari segi higienisnya
- b. Baik dan dapat diminum

- c. Tersedia dalam jumlah yang cukup
- d. Harganya relatif murah atau terjangkau oleh sebagian besar masyarakat

Kualitas air bersih sangat erat kaitannya dengan kualitas air bakunya. Dengan perkembangan industri masalah air baku tidak hanya karena pencemaran dari limbah domestik, akan tetapi juga dari limbah industri yang pekat dengan macam bahan kimia yang luas. Bahan beracun dan berbahaya jelas tidak banyak dikeluarkan oleh limbah rumah tangga. Bahan seperti itu umumnya dari industri yang melibatkan banyak reaksi kimia, seperti penambangan batubara, industri kertas, cat dan lainnya. Jelas proses pengolahan air bersih yang akan dilakukan akan lebih kompleks (Amsyari, 1996).

### **C. Tinjauan Umum Tentang Standar Kualitas Air Bersih**

Dengan adanya standar kualitas air, orang dapat mengukur kualitas dari berbagai macam air. Setiap jenis air dapat diukur konsentrasi kandungan unsur yang tercantum didalam standar kualitas, dengan demikian dapat diketahui syarat kualitasnya, dengan kata lain standar kualitas dapat digunakan sebagai tolak ukur.

Standar kualitas air bersih dapat diartikan sebagai ketentuan-ketentuan berdasarkan Permenkes RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 yang biasanya dituangkan dalam bentuk pernyataan atau angka yang menunjukkan persyaratan–persyaratan yang harus dipenuhi agar air

tersebut tidak menimbulkan gangguan kesehatan, penyakit, gangguan teknis, serta gangguan dalam segi estetika. Peraturan ini dibuat dengan maksud bahwa air yang memenuhi syarat kesehatan mempunyai peranan penting dalam rangka pemeliharaan, perlindungan serta mempertinggi derajat kesehatan masyarakat. Dengan peraturan ini telah diperoleh landasan hukum dan landasan teknis dalam hal pengawasan kualitas air bersih.

Demikian pula halnya dengan air yang digunakan sebagai kebutuhan air bersih sehari-hari, sebaiknya air tersebut tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, jernih, dan mempunyai suhu yang sesuai dengan standar yang ditetapkan sehingga menimbulkan rasa nyaman. Jika salah satu dari syarat tersebut tidak terpenuhi maka besar kemungkinan air itu tidak sehat karena mengandung beberapa zat kimia, mineral, ataupun zat organis/biologis yang dapat mengubah warna, rasa, bau, dan kejernihan air (Azwar. A, 1990).

#### **D. Tinjauan Umum Tentang Penyediaan Air Bersih**

##### **1. Penyediaan Air Bersih di Perkotaan**

Pemanfaatan sumber daya air untuk pemenuhan kebutuhan air bersih di perkotaan dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu :

- a. Mengalirkan air dari sumber ke tempat pengguna atau pelayanan umum. Pemanfaatan ini digunakan bagi kebutuhan air perkotaan yang meliputi kebutuhan untuk kegiatan domestik dan kegiatan umum, yang dikenal dengan pelayanan

umum. Pelayanan ini dilakukan oleh pemerintah setempat yang pelaksanaannya dilakukan oleh PDAM dengan pemanfaatan sumber air baku yang ada, melalui pengolahan dan pendistribusian ke daerah pelayanan atau pelanggan. Pelayanan ini dikenakan tarif menurut sistem meteran.

b. Mengusahakan sendiri dengan menggali sumur. Penggalan sumur banyak dilakukan penduduk untuk mencukupi kebutuhan domestik, niaga maupun industri.

## **2. Air PDAM**

Air PDAM adalah air yang dikelola oleh Pemerintah Daerah dengan melakukan pengolahan sedemikian rupa sehingga dikonsumsi oleh kepada masyarakat. Tujuan utama perairan PDAM adalah melayani kebutuhan masyarakat dalam bidang air bersih memenuhi tiga standar kriteria yaitu secara kuantitas mencukupi pemasokan airnya, secara kualitas harus sesuai dengan standar air minum yang ditetapkan dan secara kontinuitas diharapkan kapanpun dibutuhkan selalu ada.

Komposisi dari suatu sistem penyediaan air minum dapat terdiri dari sebagian atau keseluruhan daripada 3 (tiga) komponen utama, yaitu :

- a. Sistem sumber dengan atau tanpa bangunan pengolahan air minum
- b. Sistem transmisi
- c. Sistem distribusi

PDAM menyiapkan air yang sudah melalui proses pengolahan, dimana pengolahan air bertujuan memberikan perlindungan pada sumber air dengan perbaikan kualitas asal air sampai suatu kualitas yang diinginkan atau disesuaikan standar kualitas bagi Indonesia yaitu pada parameter RI No. 416/MENKES/Per/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum. Kualitas air minum sangat mempengaruhi kesehatan masyarakat terutama apabila diminum secara langsung dari keran. Karena PDAM belum dapat menjamin kualitas air minum yang sampai pada konsumen, maka konsumen diharuskan merebus air dari keran sebelum diminum. Hal ini disebabkan karena keadaan air baku yang sangat tercemar dan pipa distribusi sering bocor termakan usia (Djafar, 2000).

### **3. Pengertian Air Minum**

Air minum berdasarkan Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

Air minum adalah air yang dikonsumsi oleh manusia. Agar air minum tidak menyebabkan penyakit maka air tersebut hendaknya diusahakan memenuhi persyaratan-persyaratan kesehatan. Untuk lebih amannya, saat mengkonsumsi air minum, sebaiknya air

tersebut berasal dari perusahaan air minum yang telah mendapatkan lisensi dari pemerintah.

Air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Hal inilah yang secara prinsip membedakan kualitas yang harus dimiliki antara air bersih dan air minum. Kualitas air minum setingkat lebih tinggi daripada kualitas air bersih ditinjau dari beberapa komponen pendukungnya. Agar air dapat dikategorikan sebagai air minum maka dipersyaratkan harus memenuhi ketentuan pemerintah berdasarkan Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010, yang merupakan standar Nasional Indonesia (SNI) air minum (Sujana, 2007).

#### **E. Tinjauan Umum Tentang Proses Pengolahan air**

Tujuan pengolahan air bersih merupakan upaya untuk mendapatkan air bersih dan sehat sesuai dengan standar mutu air. Proses pengolahan air bersih merupakan proses fisik, kimia, dan biologi air baku agar memenuhi syarat untuk digunakan sebagai air minum.

##### **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. U, 2005)

Sumber air untuk keperluan domestik dapat berasal dari beberapa sumber, misalnya dari aliran sungai yang relatif masih sedikit terkontaminasi, berasal dari mata air pegunungan, berasal dari danau, berasal dari tanah, atau sumber lain, seperti air laut. Air tersebut harus terlebih dahulu diolah didalam wadah pengolahan air sebelum didistribusikan kepada pengguna. Variasi sumber air akan mengandung senyawa yang berbeda maka sistem pengolahan yang diterapkan harus disesuaikan dengan kualitas sumber air yang dipakai. Sudah menjadi kewajiban pengelola air untuk menjadikan air aman untuk dikonsumsi, yaitu air yang tidak mengandung bahan berbahaya untuk kesehatan berupa senyawa kimia untuk mikroorganisme (Siringoringo, 2006).

Kebutuhan air bersih dalam jumlah banyak harus mengambil dari sumber air yang besar pula. Ini sering terjadi di kota besar dan akhirnya memilih air sungai yang ada didekatnya sebagai sumber air baku. Kualitas air sungai sebagai air permukaan jelas berbeda dengan air sumber dan air tanah dalam sehingga perlu proses yang lebih banyak. Pada awalnya proses itu pun tidak begitu berat karena

air sungai hanya terkait dengan limbah rumah tangga yang jumlahnya pun terbatas sehingga proses penjernihannya pun relatif sederhana.

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 fisika, kimiawi, dan bakteriologi. Biasanya dilakukan terhadap air sungai yang kotor atau keruh. Pada hakekatnya, pengolahan lengkap ini dibagi dalam 3 tingkatan pengolahan yaitu :
  - a. Pengolahan fisika, yaitu suatu tingkat pengolahan yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan kotoran kasar, lumpur dan pasir serta mengurangi kadar zat-zat organik yang ada dalam air yang di olah.
  - b. Pengolahan kimia, yaitu pengolahan dengan menggunakan zat-zat kimia untuk membantu proses pengolahan selanjutnya. Misalnya : dengan pembubuhan kapur dalam proses pelunakan dan sebagainya.
  - c. Pengolahan bakteriologis, yaitu suatu tingkat pengolahan untuk membunuh atau memusnahkan bakteri-bakteri yang terkandung didalam air yakni dengan cara membubuhkan kaporit (zat desinfektan)
2. Pengolahan sebagian (*Partial Treatment Process*), yaitu pengolahan air sesuai dengan kebutuhan saja. Pada umumnya meliputi : penyaringan, desinfeksi dan netralisasi. Untuk

penyaringan air yang digunakan adalah saringan pasir, dimana saringan pasir dibagi dalam saringan pasir cepat (*rapid sand filter*) dan saringan pasir lambat (*slow sand filter*). Dapat juga diartikan diadakannya pengolahan kimia dan/atau pengolahan bakteriologi saja, pengolahan ini pada lazimnya dilakukan untuk mata air bersih dan air dari sumur yang dangkal atau dalam (Sutrisno. T, 2006).

### **Unit-unit Pengolahan Air Bersih**

Adapun unit-unit pengolahan air bersih terdiri dari (Sutrisno. T, 2006) :

#### **1. Bangunan Penangkap Air**

Bangunan penangkap air merupakan suatu bangunan untuk menangkap atau mengumpulkan air dari suatu asal air, untuk dapat dimanfaatkan. Bangunan ini mempunyai saluran bercabang dua yang dilengkapi dengan saringan kasar (*bar screen*) berfungsi untuk mencegah masuknya sampah-sampah berukuran besar dan saringan halus (*fine screen*) berfungsi untuk mencegah masuknya kotoran-kotoran maupun sampah berukuran kecil terbawa arus sungai. Masing-masing saluran dilengkapi dengan pintu pengatur ketinggian air (*sluice gate*) dan penggerak elektromotor. Pemeriksaan maupun pembersihan saringan dilakukan secara periodik untuk menjaga kestabilan jumlah air masuk. Fungsi dari bangunan penangkap ini sangat penting artinya untuk menjaga

kontinuitas pengaliran. Sedangkan penanganan bangunan penangkap air ini diajukan terhadap :

a. Kuantitas

- 1) Pencatatan tingkah laku (keadaan) dari sumber asal air
- 2) Pencatatan debit air pada setiap saat, sehingga dengan demikian akan dapat mengetahui fluktuasi dan kuantitas air yang masuk.
- 3) Mengontrol atau memeriksa peralatan pencatatan debit serta peralatan lainnya (misalnya : pompa, saringan, pintu air) untuk menjaga kontinuitas debit pengaliran.

b. Kualitas

- 1) Hal ini penting terutama terhadap kemungkinan pencemaran sumber asal air yang diambil
- 2) Pemeriksaan kualitas air pada sumber air secara periodik.

2. Bangunan Prasedimentasi (Pengendapan 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 atau bahan kimia. Untuk instalasi penjernihan air minum, yang airnya cukup jernih tetapi tidak sadah, bak pengendap pertama tidak diperlukan. Penanganan pada unit ini diajukan terhadap :

a. Aliran air

Harus dijaga aliran air pada unit ini laminair (tenang), dengan demikian pengendapan secara gravitasi tidak terganggu. Hal ini dapat kita lakukan dengan mengatur pintu air masuk dan pintu air keluar pada unit ini.

b. Unit instalasi

Hasil pengendapan pada unit ini adalah terbentuknya lumpur endapan pada dasar bak. Untuk menjaga efektivitas ruang pengendapan dan pencegahan pembusukan lumpur endapan maka secara periodik lumpur endapan harus dikeluarkan.

3. Bangunan Pulsator (Koagulasi/Pengendapan Kedua)

Air dari bak penampung dipompakan ke bak koagulan untuk diberi tambahan koagulan secara teratur sesuai kebutuhan (dengan dosis yang tepat). Koagulant adalah bahan kimia yang dibutuhkan pada air untuk membantu proses pengendapan partikel-partikel kecil yang tak dapat mengendapkan dengan sendirinya (secara gravimetris). Penambahan koagulan kedalam air baku diikuti dengan pengadukan cepat yang bertujuan untuk mencampur antara koagulan dengan koloid.

Alat pembubuh koagulant yang banyak dikenal sekarang, dapat dibedakan dari cara pembubuhannya :

a. Secara gravitasi, dimana bahan/zat kimia (dalam bentuk larutan) mengalir dengan sendirinya karena gravitasi.

b. Memakai pompa (*dosering pump*); pembubuhan bahan/zat kimia dengan bantuan pemompaan.

Disini perlu diperhatikan dalam pembubuhan koagulan, perpipaan yang mengalirkan bahan atau zat kimia supaya tidak tersumbat maka perlu pemeriksaan secara teliti terhadap peralatannya. Bahan atau zat kimia yang dipergunakan sebagai koagulant adalah *aluminium sulfat*, biasa disebut tawas. Bahan ini banyak dipakai, karena efektif untuk menurunkan kadar karbonate. Bahan ini paling ekonomis (murah) dan mudah didapat pada pasaran serta mudah disimpan. Untuk mengetahui dosis bahan optimum yang digunakan dapat ditentukan dengan percobaan yang disebut Jar Test.

Penambahan alum akan menyebabkan air baku mempunyai pH rendah, untuk menaikkan pH antara 6,5 - 8,5 ditambahkan kaustik sehingga proses pengendapan bias optimal. Penambahan kaustik soda dan polymer menggunakan dosing pump, sedangkan penambahan alum menggunakan pompa yang penggunaannya diatur sedemikian rupa sesuai kebutuhan.

#### 4. Bangunan Pengaduk Cepat

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

- a. Alat mekanis : motor dengan alat pengaduk
- b. Penerjun air : dengan bantuan udara bertekanan

Yang perlu diperhatikan dalam pengadukan cepat adalah alat atau cara pengadukannya, supaya mendapat pengadukan sempurna.

#### 5. Bangunan Sedimentasi (Pembentuk Flok)

Unit ini berfungsi untuk membentuk partikel padat yang lebih besar supaya dapat diendapkan dari hasil reaksi partikel kecil (koloidal) dengan bahan atau zat koagulant yang kita bubuhkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi bentuk flok (partikel yang lebih besar dan bisa mengendap dengan gravitasi) :

- a. Kekeruhan pada baku air
- b. Tipe dari *suspended solid*
- c. pH
- d. Alkalinity
- e. Bahan koagulant yang dipakai
- f. Lamanya pengadukan

#### 6. Bangunan Pengendap Kedua

Unit ini berfungsi untuk mengendap flok yang terbentuk pada unit bak pembentuk flok. Pengendapan disini dengan gaya berat flok itu sendiri (gravitasi). Penanganan unit pengendap kedua ini sama dengan pada unit pengendapan pertama. Aliran pada unit dijaga sedemikian rupa sehingga tetap tenang. Dengan teknologi modern :

- a. Unit pengaduk cepat
- b. Unit pengaduk lambat

c. Unit pengendap kedua

## 7. Bangunan Filtrasi (Penyaringan)

Langkah untuk menghilangkan zat tersuspensi yang terakhir adalah dengan filtrasi atau disebut juga penyaringan. Proses filtrasi dimaksudkan untuk menyisahkan partikel koloid yang tidak dapat disisahkan pada proses sebelumnya dan juga untuk mengurangi jumlah bakteri organisme lain. Penyaringan yang dimaksud disini adalah penyaringan dengan melewatkan air melalui bahan berbentuk butiran yang diatur sedemikian rupa sehingga zat padatnya tertinggal pada butiran tersebut.

Dalam proses penjernihan air minum diketahui 2 macam filter :

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

Dalam bentuk bangunan saringan, dikenal 2 macam, yaitu :

- a. Saringan yang bangunannya terbuka (*gravity filter*)
- b. Saringan yang bangunannya tertutup (*pressure filter*)

Efluent dari bak pengendap (*sedimentasi basin*) mengalir ke filter, gumpalan-gumpalan dan lumpur (*flok*) tertahan pada lapisan filter. Pada saat-saat tertentu dimana hilangnya tekanan (*loos of head*) dari air diatas saringan terlalu tinggi, yaitu karena adanya lapisan lumpur pada bagian atas saringan, maka saringan akan dicuci kembali dengan air bertekanan dari bawah.

Saringan pasir lambat fungsinya selain untuk menyaring koloid-koloid juga berfungsi untuk penyaringan bakteriologi.

Sedangkan saringan pasir cepat hanya untuk menyaring koloid-koloid dan tidak menyaring bakteriologi.

Untuk suatu pengolahan air baku menjadi air bersih pada umumnya yang digunakan adalah saringan pasir cepat, sebab saringan pasir lambat dengan produksi yang sama dengan saringan pasir cepat memerlukan tempat yang luas.

#### 8. Reservoir (Desinfeksi)

Desinfeksi adalah langkah terakhir pada pengolahan air mentah menjadi air bersih dengan tujuan mencegah penularan penyakit langsung dari orang ke orang melalui air dan mematahkan mata rantai penyakit dan infeksi penyakit dengan membunuh penyebab penyakit sebelum memasuki lingkungan air.

Air yang mengalir dari filter ke reservoir dibubuhi chlor disebut *post chlorination* yang bertujuan untuk membunuh mikroorganisme patogen. Desinfeksi dengan chlor di Indonesia kebanyakan digunakan kaporit  $\text{Ca}(\text{OCl}_2)$  karena murah, mudah di dapat dan mudah penanganannya. Chlorinasi dapat dilakukan dengan berbagai macam cara, yaitu :

##### a. Pembubuhan langsung

- 1) Pembubuhan kaporit dilakukan secara langsung kedalam bak air
- 2) Sistem pembubuhan harus dilakukan secara kontiniu dalam waktu yang sama (misal : pagi, maka dilakukan setiap pagi).

3) Banyak chlor yang dibubuhkan perlu dicari dengan percobaan daya serap chlor.

4) Kaporit yang akan ditambahkan harus dilarutkan dulu dalam air agar mudah dicampur

#### b. Cara sederhana

1) Kaporisasi secara sederhana ini bisa digunakan botol plastik bekas yang dilubangi dan diisi pasir serta kaporit dalam botol kecil kedalamnya (perbandingan volume pasir dan kaporit 7 : 1).

2) Selanjutnya dimasukkan dengan tali kedalam bak atau sumur setiap saat digerak-gerakan dan di cek kalau baunya berlebihan diangkat.

3) Cara ini biasanya tahan 15 – 25 hari, kemudian diangkat dan kaporit diganti dengan yang baru.

#### c. Type Mom

Biasanya digunakan pada perusahaan-perusahaan air minum yang pelayanan sehari semalam disediakan dua bak yang bekerja secara bergantian tiap 12 jam (masing-masing volume 300 liter) kaporit yang dimasukkan kedalam bak tersebut didasarkan pada hasil perhitungan kebutuhan kaporit untuk 12 jam.

#### d. Doserin Pump

Pemakaiannya cukup praktis tetapi sistem pengambilan air harus dengan pompa karena setiap pompa air jalan pompa juga jalan.

#### e. Chlorinator

Biasanya digunakan pada perusahaan-perusahaan air minum untuk pelayanan skala besar, hidup selama 24 jam, chlor yang digunakan disini berbentuk gas dalam tabung silinder bermacam-macam ukuran yaitu 40 kg, 100 kg, 900 kg (sekitar 1 ton).

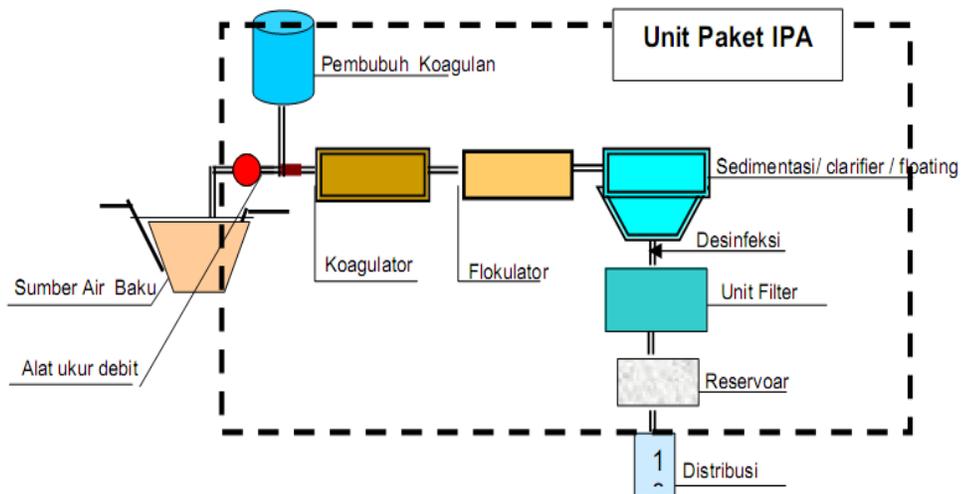
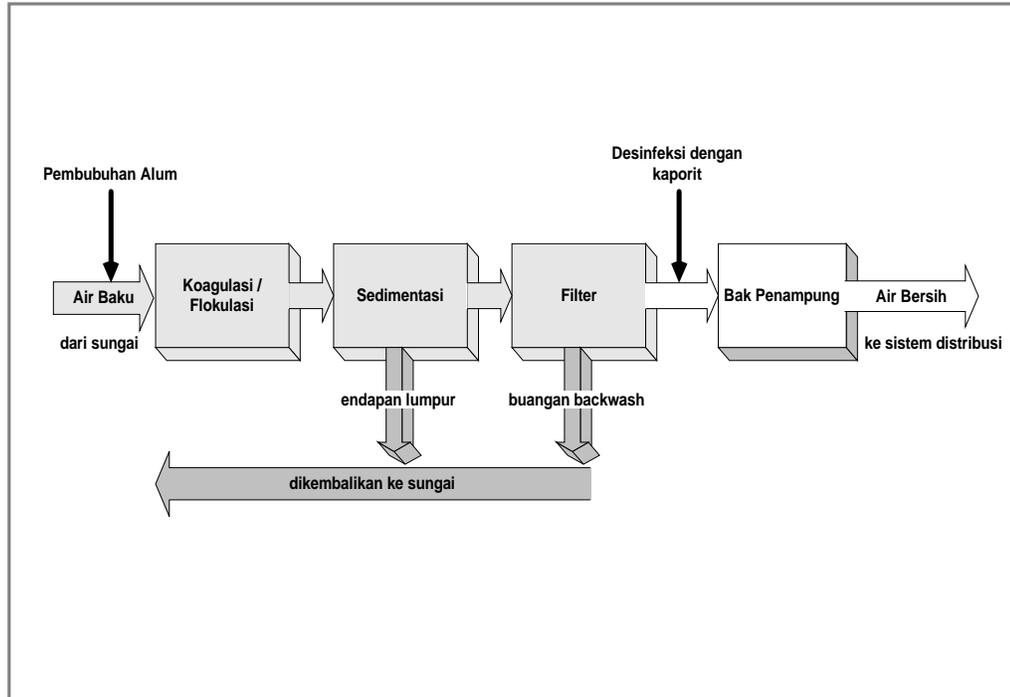
Air yang telah melalui filter sudah dapat dipakai untuk air minum. Air tersebut telah bersih dan bebas dari bakteriologis dan ditampung pada bak reservoir (tandon) untuk diteruskan pada konsumen.

#### 9. Pompa Air Bersih (Pemompaan)

Pompa air bersih berfungsi untuk mendistribusikan air bersih dari reservoir instalasi ke reservoir-reservoir distribusi cabang-cabang melalui pipa-pipa transmisi yang dibagi menjadi 5 jalur dengan kapasitas 150 l/detik.

#### 10. Lagoon

Lagoon berfungsi untuk menampung semua air buangan bekas pencucian sistem pengolahan untuk di daur ulang, dan kemudian di alirkan kembali ke Bak Air Baku untuk diproses kembali.

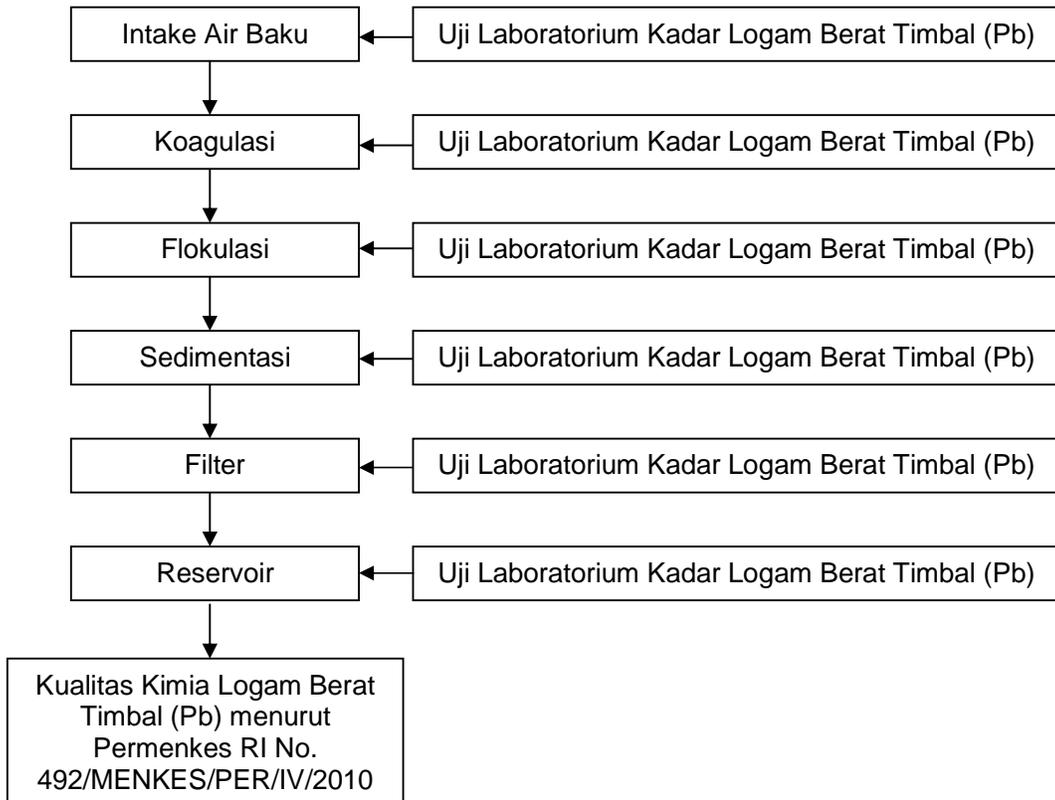


**Gambar 2.1** Tipikal Proses Pengolahan Air (SNI 6774:2008)

## F. Kerangka Teori

Kerangka teori sebagaimana terlihat secara skematik sebagai

berikut :



**Gambar 2.2 Kerangka Teori**

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini adalah penelitian studi perbandingan (*Comparative Study*) dimana diartikan suatu metode studi perbandingan dengan membandingkan persamaan dan perbedaan sebagai fenomena untuk mencari faktor-faktor apa, atau situasi bagaimana yang menyebabkan timbulnya suatu peristiwa tertentu (Soekidjo, 2010).

Penelitian ini dilakukan dengan metode observasi dan disertai dengan pemeriksaan laboratorium. Penelitian ini dimaksudkan untuk melihat pengaruh treatment Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM terhadap efektivitas reduksi logam berat timbal (Pb) sumber baku sungai mahakam dalam sistem pengolahan PDAM Kota Samarinda.

#### **B. Lokasi dan Waktu Penelitian**

##### **1. Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian ini dilakukan di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda dengan sumber baku air sungai mahakam, yaitu Instalasi Pengolahan Air (IPA) Bendang, Instalasi Pengolahan Air (IPA) Loa Bakung, Instalasi

Pengolahan Air (IPA) Gn. Lipan, dan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Cendana Unit 2.

## **2. Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2012.

## **C. Sampel**

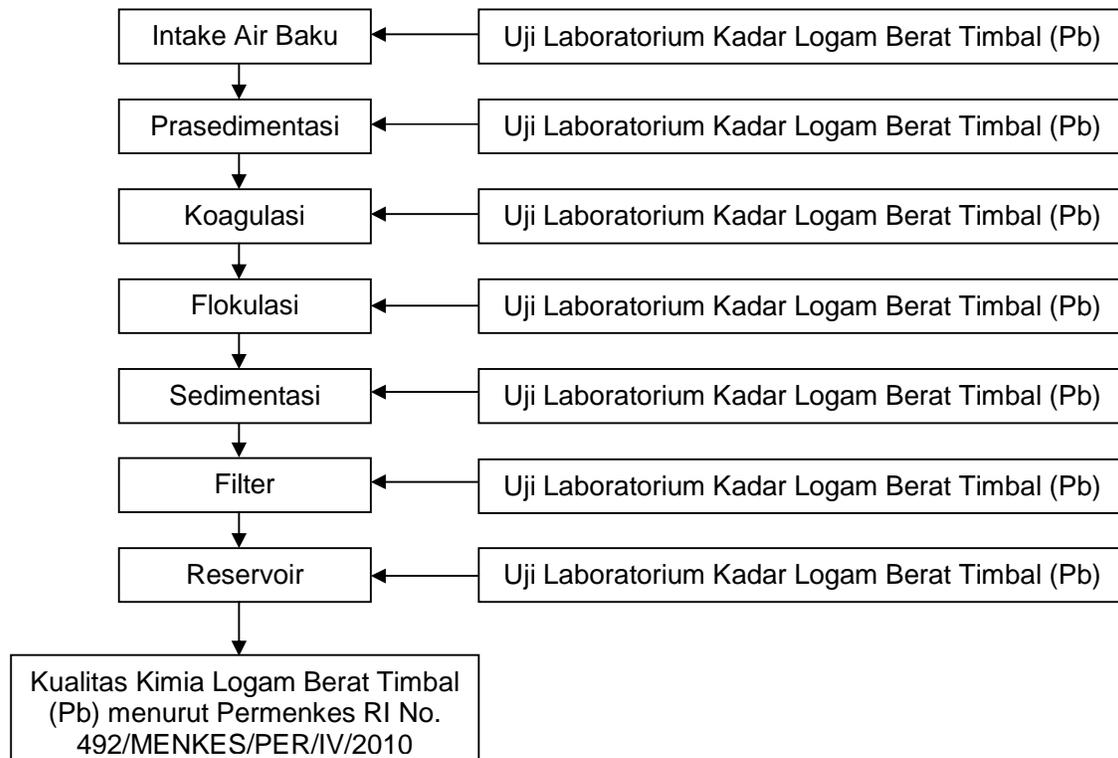
Pengambilan sampel air memegang peranan penting dalam pemantauan kualitas air. Oleh karena itu diperlukan ketelitian analisis dan ketepatan sistem pengambilan sampel karena akan mempengaruhi data hasil analisis. Apabila terdapat kesalahan dalam pengambilan sampel yang diambil tidak representative sehingga akan menjadi dasar pertimbangan yang salah dalam pengambilan kesimpulan.

Sampel penelitian ini adalah sampel air di setiap pemberian treatment di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda. Setelah diambil sampel tersebut langsung dibawa ke Laboratorium untuk diteliti apakah air produksi PDAM yang telah mengalami proses pengolahan air bersih tersebut masih mengalami pencemaran dengan memiliki kandungan kadar Timbal (Pb) yang melebihi ambang batas.

Sampel air PDAM pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda dengan sumber baku air sungai mahakam yang di jadikan sampel ada 6 sampel di setiap Instalasi Pengolahan Air (IPA) diambil dari :

1. Satu sampel diambil dari intake air baku dan di ambil 50 mL untuk uji lab sesuai dengan standar SNI 6989.8:2009.
2. Satu sampel diambil dari bak prasedimentasi dan di ambil 50 mL untuk uji lab sesuai dengan standar SNI 6989.8:2009.
3. Satu sampel diambil dari bak koagulasi dan di ambil 50 mL untuk uji lab sesuai dengan standar SNI 6989.8:2009.
4. Satu sampel diambil dari bak flokulasi dan di ambil 50 mL untuk uji lab sesuai dengan standar SNI 6989.8:2009.
5. Satu sampel diambil dari bak sedimentasi dan di ambil 50 mL untuk uji lab sesuai dengan standar SNI 6989.8:2009.
6. Satu sampel diambil dari bak filter dan di ambil 50 mL untuk uji lab sesuai dengan standar SNI 6989.8:2009.
7. Satu sampel diambil dari bak reservoir dan di ambil 50 mL untuk uji lab sesuai dengan standar SNI 6989.8:2009.

#### D. Kerangka Konsep



**Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian**

#### E. Hipotesis Penelitian

1. Ada pengaruh treatment Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM terhadap efektivitas reduksi logam berat timbal (Pb) sumber baku sungai mahakam dalam sistem pengolahan PDAM kota samarinda pada tahun 2012.
2. Ada pengaruh kelengkapan treatment pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM terhadap kualitas kadar logam berat timbal (Pb) sumber baku Sungai Mahakam dalam sistem pengolahan PDAM Kota Samarinda pada tahun 2012.

## F. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah :

### 1. Variabel Terikat (Dependen)

Kualitas Kadar Logam Berat Timbal (Pb) menurut Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010.

### 2. Variabel Bebas (Independen)

Sistem pengolahan air yang meliputi :

- a. Intake Air Baku
- b. Prasedimentasi
- c. Koagulasi
- d. Flokulasi
- e. Sedimentasi
- f. Filter
- g. Reservoir

## G. Definisi Operasional

**Tabel 3.1 Definisi Operasional Penelitian**

No	Variabel	Definisi Operasional	Metode Pengambilan Data	Alat Ukur	Kriteria Objektif	Skala Ukur
1.	Kualitas Kimia Logam Berat Timbal (Pb) di sistem pengolahan air.	Nilai pengukuran sampel air untuk parameter logam berat timbal (Pb) pada sistem pengolahan air yaitu meliputi intake air baku, prasedimentasi, koagulasi, sedimentasi, filter, dan reservoir.	Pemeriksaan Laboratorium	SSA (Spektrofotometri Serapan Atom)	Memenuhi standar, jika kualitas kimia logam berat timbal (Pb) pada sampel air di bawah dari 0,01 mg/L berdasarkan Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010.  Tidak memenuhi standar, jika kualitas kimia logam berat timbal (Pb) pada sampel air $\geq$ 0,01 mg/L berdasarkan Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010.	Rasio
2.	Treatment intake air baku	Proses masuknya air baku ke dalam bangunan penangkap air guna untuk mengumpulkan air dari sungai untuk dapat dimanfaatkan dalam sistem	Observasional	Lembar Observasi	Treatment intake air baku memenuhi standar, jika skor 2 berdasarkan SNI 6774:2008.  Treatment intake air baku tidak	Nominal

No	Variabel	Definisi Operasional	Metode Pengambilan Data	Alat Ukur	Kriteria Objektif	Skala Ukur
		pengolahan air			memenuhi standar, jika skor < 2 berdasarkan SNI 6774:2008.	
3.	Treatment prasedimentasi	Proses pengendapan pertama untuk mengendapkan partikel-partikel pada dari air sungai dengan gaya gravitasi	Observasional	Lembar Observasi	Treatment prasedimentasi memenuhi standar, jika skor 3 berdasarkan SNI 6774:2008.  Treatment prasedimentasi tidak memenuhi standar, jika skor < 3 berdasarkan SNI 6774:2008.	Nominal
4.	Treatment koagulasi	Proses penambahan koagulan secara teratur untuk mengendapkan partikel-partikel kecil yang tidak dapat mengendap dengan sendirinya	Observasional	Lembar Observasi	Treatment koagulasi memenuhi standar, jika skor 9 berdasarkan SNI 6774:2008.  Treatment koagulasi tidak memenuhi standar, jika skor < 8 berdasarkan SNI 6774:2008.	Nominal
4.	Treatment flokulasi	Proses pembentukan partikel padat yang lebih besar agar dapat diendapkan dari hasil	Observasional	Lembar Observasi	Treatment flokulasi memenuhi standar, jika skor 6 berdasarkan SNI 6774:2008.	Nominal

No	Variabel	Definisi Operasional	Metode Pengambilan Data	Alat Ukur	Kriteria Objektif	Skala Ukur
		reaksi partikel kecil dengan bahan koagulan yang dibubuhkan			Treatment koagulasi tidak memenuhi standar, jika skor < 5 berdasarkan SNI 6774:2008.	
5.	Treatment sedimentasi	Proses pengendapan flok yang terbentuk pada unit bak flokulasi. Pengendapan dengan gaya berat flok itu sendiri (gravitasi).	Observasional	Lembar Observasi	Treatment sedimentasi memenuhi standar, jika skor 11 berdasarkan SNI 6774:2008.  Treatment sedimentasi tidak memenuhi standar, jika skor < 9 berdasarkan SNI 6774:2008.	Nominal
6.	Treatment filter	Proses menghilangkan zat tersuspensi dengan penyaringan untuk menyisihkan partikel koloid yang tidak dapat disisihkan pada proses sebelumnya dan mengurangi jumlah bakteri organisme lain	Observasional	Lembar Observasi	Treatment filter memenuhi standar, jika skor 21 berdasarkan SNI 6774:2008.  Treatment filter tidak memenuhi standar, jika skor < 17 berdasarkan SNI 6774:2008.	Nominal
7.	Treatment desinfeksi	Proses pembubuhan chlor	Observasional	Lembar	Treatment desinfeksi memenuhi	Nominal

No	Variabel	Definisi Operasional	Metode Pengambilan Data	Alat Ukur	Kriteria Objektif	Skala Ukur
		untuk membunuh mikroorganisme patogen		Observasi	standar, jika skor 7 berdasarkan SNI 6774:2008.  Treatment desinfeksi tidak memenuhi standar, jika skor < 6 berdasarkan SNI 6774:2008.	

## **H. Teknik Pengumpulan Data**

### **1. Data Primer**

Data primer diperoleh dari hasil pengamatan atau observasi langsung terhadap kelengkapan pemberian treatment pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda dengan sumber baku sungai mahakam dan mengambil air hasil setiap pemberian treatment untuk dijadikan sampel yang nantinya akan diperiksa logam berat timbal (Pb) di Laboratorium.

### **2. Data Sekunder**

Data sekunder dimanfaatkan sebagai data pendukung data primer yang berhubungan dengan keperluan penelitian yang didapat dari Badan Lingkungan Hidup Provinsi Kalimantan Timur, Badan Lingkungan Hidup Kota Samarinda dan PDAM Kota Samarinda.

## **I. Pengolahan dan Analisa Data**

### **1. Pengolahan Data**

Data yang terkumpul kemudian diolah menggunakan perangkat software SPSS for Windows Versi 16.0 dengan melalui tahapan-tahapan mulai dari proses pengeditan, pengkodean data, pengentrian data hingga penyajian data dalam bentuk tabel (tabulasi data).

## **2. Analisis Data**

### **a. Analisis Univariat**

Analisis univariat bertujuan untuk mendeskripsikan tiap-tiap variabel dalam penelitian dengan membuat tabel distribusi frekuensi. Variabel-variabel tersebut meliputi kualitas timbal (Pb) di intake air baku, kelengkapan pemberian treatment, pengaruh treatment terhadap kadar timbal (Pb) dan pengaruh treatment terhadap efektivitas reduksi timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM.

### **b. Analisis Bivariat**

Analisis bivariat dilakukan terhadap dua variabel yang diduga berhubungan, bertujuan untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas dan terikatnya. Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh treatment dan pengaruh kelengkapan treatment terhadap efektivitas reduksi logam berat timbal (Pb) sumber baku sungai mahakam dalam sistem pengolahan PDAM kota samarinda, caranya dengan menggunakan test statistik Parametrik Paired t-Test dan One-Way Anova dengan taraf kepercayaan 95%.

## **3. Prosedur Kerja**

### **a. Prosedur Pengambilan Sampel**

Sampel air di setiap pemberian treatment yang diambil dari Instalasi Pengolahan Air (IPA) dengan menggunakan peralatan water sampling. Lalu sampel dimasukkan ke

dalam botol kaca guna mengurangi terjadinya kontaminasi dengan udara di luar. Kemudian sampel dibawa ke laboratorium dan diperiksa sesuai dengan prosedur.

#### **b. Pemeriksaan Laboratorium**

Penelitian ini menggunakan uji laboratorium lalu dibandingkan dengan standar baku mutu kualitas air minum untuk parameter timbal (Pb) menurut Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010.

##### 1) Cara Kerja AAS :

- a. Pertama-tama gas di buka terlebih dahulu, kemudian kompresor, lalu ducting, main unit, dan komputer secara berurutan.
- b. Dibuka program SAA (Spectrum Analyse Specialist), kemudian muncul perintah "apakah ingin mengganti lampu katoda, jika ingin mengganti klik Yes dan jika tidak No.
- c. Dipilih yes untuk masuk ke menu individual command, dimasukkan nomor lampu katoda yang dipasang ke dalam kotak dialog, kemudian diklik setup, kemudian soket lampu katoda akan berputar menuju posisi paling atas supaya lampu katoda yang baru dapat diganti atau ditambahkan dengan mudah.
- d. Dipilih No jika tidak ingin mengganti lampu katoda yang baru.

- e. Pada program SAS 3.0, dipilih menu select element and working mode. Dipilih unsur yang akan dianalisis dengan mengklik langsung pada symbol unsur yang diinginkan.
- f. Jika telah selesai klik ok, kemudian muncul tampilan condition settings. Diatur parameter yang dianalisis dengan mensetting fuel flow: 1,2; measurement; concentration; number of sample: 2; unit concentration: ppm; number of standard: 3; standard list: 1 ppm, 3 ppm, 9 ppm.
- g. Diklik ok and setup, ditunggu hingga selesai warming up.
- h. Diklik icon bergambar burner/ pembakar, setelah pembakar dan lampu menyala alat siap digunakan untuk mengukur logam.
- i. Pada menu measurements pilih measure sample.
- j. Dimasukkan blanko, didiamkan hingga garis lurus terbentuk, kemudian dipindahkan ke standar 1 ppm hingga data keluar.
- k. Dimasukkan blanko untuk meluruskan kurva, diukur dengan tahapan yang sama untuk standar 3 ppm dan 9 ppm.

- l. Jika data kurang baik akan ada perintah untuk pengukuran ulang, dilakukan pengukuran blanko, hingga kurva yang dihasilkan turun dan lurus.
- m. Dimasukkan ke sampel 1 hingga kurva naik dan belok baru dilakukan pengukuran.
- n. Dimasukkan blanko kembali dan dilakukan pengukuran sampel ke 2.
- o. Setelah pengukuran selesai, data dapat diperoleh dengan mengklik icon print atau pada baris menu dengan mengklik file lalu print.
- p. Apabila pengukuran telah selesai, aspirasikan air deionisasi untuk membilas burner selama 10 menit, api dan lampu burner dimatikan, program pada komputer dimatikan, lalu main unit AAS, kemudian kompresor, setelah itu ducting dan terakhir gas.

**c. Observasi**

Pengamatan dimulai dengan mendatangi Instalasi Pengolahan Air (IPA) kemudian melakukan pengamatan terhadap proses pengolahan air dan kriteria perencanaan setiap unit Instalasi Pengolahan Air (IPA). Pengamatan dilakukan dengan dibantu alat ukur lembar observasi. Lembar observasi di ceklis berdasarkan pengamatan yang dilakukan oleh peneliti.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Gambaran Umum PDAM Kota Samarinda**

Perusahaan Daerah Air Minum Kota Samarinda adalah suatu Badan Usaha Pemerintah Daerah dibidang pelayanan jasa pelayanan air minum yang memenuhi syarat, Kota Samarinda sebagai Ibukota Propinsi Kalimantan Timur dengan luas 71.800 ha, dengan jumlah penduduk pada tahun 2011 sebesar 750.460 jiwa dan diperkirakan pada tahun 2013 berpenduduk 798.576 jiwa atau mencapai kenaikan 3,2% setiap tahun.

Melihat laju pertumbuhan penduduk yang cukup pesat, Kita juga menyadari bahwa PDAM Kota Samarinda harus terus berusaha meningkatkan pelayanan dan memenuhi kebutuhan Masyarakat secara optimal melalui penambahan kapasitas produksi dengan membangun Instalasi Pengolahan Air dan perluasan jaringan distribusi, yang sumber dana pengembangan tersebut diharapkan diperoleh dari tertibnya warga Masyarakat (Pelanggan) membayar rekening penagihan pemakaian air bersih secara teratur dan bantuan dari pihak Pemerintah Daerah maupun Lembaga terkait lainnya.

Dilihat dari letak geografisnya terletak di kota Samarinda pada 0° 21' 18" – 1° 09' 16" Lintang Selatan dan pada 11 6° 15' 36" – 117° 24' 16" Bujur Timur. Dan dengan topografi berbukit 45%, dataran dan bergelombang 38%, lembah/ sungai/ rawa/ patahan 17%.

Sejarah berdirinya Perusahaan Daerah Air Minum Samarinda dimulai sejak tahun 1932, Pemerintahan Belanda membangun satu sistem pengolahan air minum dan satu intake dengan kapasitas 10 l/det. Sedangkan berdasarkan peraturan Daerah Kotamadya Samarinda No. 13 Tahun 1974 tentang Pendirian Perusahaan Daerah Air Minum Daerah Kotamadya Tingkat II Samarinda tanggal 13 April 1974.

Pada tahun 1975 – 1985, Cipta Karya merehabilitasi Intake Teluk Lerong Ulu, membangun instalasi pengolahan dengan kapasitas 50 l/det dan rehabilitasi IPA peninggalan Belanda menjadi 20 l/det. Pemanfaatan ex kolam renang Kinibalu menjadi instalasi pengolahan air dengan kapasitas 30 l/det dengan dana PDAM sendiri. Pinjaman dari IBRD (Bank Dunia) sebesar ± Rp. 3 Milyar, untuk melaksanakan Proyek Air Minum Samarinda Phase I Tahap I dengan membuat 2 buah instalasi air minum yaitu IPA Cendana kapasitas 160 l/det dan IPA Samarinda Seberang 40 l/det, sehingga total kapasitas menjadi 300 l/det.

Sedangkan pada tahun 1986 – 1995, terjadi peningkatan kapasitas IPA Cendana dari 160 l/det menjadi 300 l/det dan IPA Tirta Kencana dari 100 l/det menjadi 160 l/det dengan pendanaan dari pinjaman PRJ – 01 dan RDA – 06 sebesar ± Rp 2,9 Milyar. sehingga total kapasitas menjadi 500 l/det. PSPAB Samarinda melimpahkan pengelolaan IKK Palaran dengan kapasitas 2,5 l/dtk dan IKK Lempake selanjutnya disebut IPA Lempake dengan kapasitas 2,5 l/det dan IKK

Makroman dengan kapasitas 5 l/dt (saat ini IPA Makroman sudah tidak berfungsi lagi dikarenakan air baku/sumur bor tidak ada airnya). Dan peningkatan kapasitas IPA Tirta Kencana dari total kapasitas 160 l/det menjadi 360 l/det : dan IPA Samarinda Seberang dari 40 l/det menjadi 100 l/det, sehingga total kapasitas menjadi 767,5 l/det.

Kemudian pada tahun 1996 – 2002 terjadi pembangunan IPA Selili berkapasitas 100 l/det : dengan dana dari PDAM sendiri ± Rp 6,34 Milyar, serta penambahan kapasitas IPA Palaran menjadi 17,5 l/dt dan pembuatan IPA Bengkuring kapasitas 12,5 l/dt dengan dana hibah pemerintah pusat. Total kapasitas pada tahun ini menjadi 897,5 l/det. Hibah pemerintah pusat berupa pembangunan IPA Sambutan kapasitas 2,5 l/det yang berupa bagian dari relokasi pemukiman Sungai Karang Mumus, serta Pembangunan IPA Cendana II dengan kapasitas 200 l/det dengan pendanaan dari Pinjaman Bank Dunia (KUDP) sebesar ± Rp 17, 6 Milyar. Bantuan Penambahan kapasitas IPA Selili 25 l/dt, sehingga kapasitas total menjadi 1.128 l/det. Dan pembangunan Intake Loa Kulu dengan kapasitas 800 l/dt sebagai antisipasi terjadinya musim kemarau.

Pada tahun 2003 – 2004 tercapainya peningkatan dalam memodifikasi IPA 2 Unit I Cendana dari 200 l/dt menjadi 300 l/dt. Pembangunan IPA Bendang dengan sistem Built Operating & Transfer (BOT) dengan kapasitas 400 l/dt.

Pada tahun 2010 adalah modifikasi IPA 2 Unit I Cendana dari 300 l/dt menjadi 900 l/dt. Dan bantuan dari lembaga nasional melalui

BNI 46 untuk IPA Lempake dan Bengkuring masing-masing 10 l/dt dan bantuan pemerintah pusat (Kimpraswil) pembangunan IPA Pulau Atas 20 l/dt, serta pembangunan IPA Gunung Lipan 200 L/dt.

Dan yang terakhir pada tahun 2011 sampai sekarang telah dibangunnya IPA Loa Bakung 250 l/dt bantuan dari Pemerintah Kota Samarinda. Sehingga total kapasitas PDAM Samarinda hingga saat ini menjadi 2135 l/dt.

PDAM Kota Samarinda memiliki visi dan misi. Adapun visi dan misi dari PDAM Kota Samarinda adalah sebagai berikut :

1. Visi

Menjadikan PDAM sebagai sarana pelayanan umum yang memberikan pelayanan kepada masyarakat kota Samarinda dan merupakan perusahaan yang menopang pertumbuhan ekonomi, sosial dan budaya

2. Misi

- a. Menyediakan air bersih yang sesuai standar persyaratan air minum, kontinuitas 24 jam, bertekanan cukup, menjangkau pelanggan hingga 85% serta menurunkan tingkat kehilangan air sehingga 25%.
- b. Menyediakan kebutuhan air minum bagi masyarakat secara berkesinambungan.
- c. Memberikan pelayanan air minum dengan tarif yang terjangkau.

- d. Penanggulangan permasalahan dan keluhan pelanggan secepat mungkin.
- e. Peningkatan kualitas SDM agar mampu berinovasi secara professional.

PDAM Kota Samarinda memiliki tugas melakukan pengolahan air sehingga dapat dipergunakan oleh masyarakat. Sedangkan kewajibannya untuk memberikan air yang aman dengan kualitas yang baik serta menyediakan air murah (Profil PDAM Samarinda, 2012).

## **B. Hasil Penelitian**

### **1. Analisis Univariat**

Analisis univariat merupakan analisis yang dilakukan untuk memperoleh gambaran dari tiap-tiap variabel yang digunakan dalam penelitian dan data yang dianalisis merupakan data yang berasal dari hasil dan distribusi setiap variabel. Berikut ini hasil penelitian yang disajikan dalam bentuk tabel distribusi hasil analisis laboratorium dan tingkat efektivitas di setiap tahapan Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Samarinda yang disertai dengan penjelasan berupa deskriptif terhadap hasil penelitian sebagai berikut :

#### **a. Kualitas Timbal (Pb) di Intake Air Baku pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM**

Adapun hasil yang didapat berdasarkan uji laboratorium yang dilakukan untuk menguji parameter logam berat timbal (Pb) pada setiap tahapan Instalasi Pengolahan Air (IPA)

PDAM Samarinda sudah melewati nilai ambang batas yang ditetapkan, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini :

Tabel 4.1 Distribusi Kualitas Timbal (Pb) di Intake Air Baku pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012

No	Lokasi	Kadar Timbal (Pb) (mg/L)	Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010
1.	IPA Bendang	< 0,001	Kadar timbal (Pb) air minum < 0,01 mg/L
2.	IPA Loa Bakung	0,863	
3.	IPA Gn. Lipan	0,731	
4.	IPA Cendana	0,833	

Sumber Data Primer

Pada tabel 4.1 tersebut, menunjukkan bahwa kadar timbal (Pb) pada intake air baku di 4 Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Samarinda yang menjadi objek penelitian, didapatkan hasil analisis laboratorium tertinggi pada IPA Loa Bakung yaitu sebesar 0,863 mg/L dan nilai hasil analisis laboratorium terendah adalah pada IPA Bendang yaitu sebesar < 0,001 mg/L, dimana untuk hasil analisis laboratorium untuk IPA Bendang telah memenuhi standar menurut Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 yaitu < 0,01 mg/L, sedangkan untuk 3 IPA lainnya masih belum memenuhi standar.

**b. Kelengkapan Pemberian Treatment pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM**

Adapun kelengkapan pemberian treatment pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Samarinda yang menjadi objek penelitian adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Distribusi Kelengkapan Pemberian Treatment pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012

No.	Lokasi	Intake AB	Prased	Koag	Flok	Sdm	Filtr	Rsrvr
1.	IPA Bendang	√	-	√	-	√	√	√
2.	IPA Loa Bakung	√	-	√	√	√	√	√
3.	IPA Gn. Lipan	√	√	√	√	√	√	√
4.	IPA Cendana	√	-	√	√	√	√	√

Keterangan : Sumber Data Primer Hasil Observasi

√ = Ada

- = Tidak Ada

Berdasarkan Tabel 4.2 diatas menunjukkan semua Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang menjadi objek penelitian memiliki perbedaan berdasarkan kelengkapan pemberian treatment. Pada tahapan prasedimentasi hanya IPA Gn. Lipan yang memilikinya sedangkan pada IPA lainnya tidak memiliki tahapan prasedimentasi. Dan untuk tahapan flokulasi, hanya IPA Bendang yang tidak memilikinya. Dalam artian bukan tidak memilikinya tetapi pada tahapan flokulasi telah tergabung langsung dengan tahapan koagulasi sehingga tidak dapat diambil sampel airnya untuk dianalisis secara laboratorium.

#### c. Pengaruh Treatment terhadap Kadar Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM

Adapun pengaruh treatment terhadap timbal (Pb) pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda, yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.3 Distribusi Pengaruh Treatment terhadap Kadar Timbal (Pb) pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012

No.	Lokasi	Tahapan Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) PDAM						
	IPA	Intake AB	Prased	Koag	Flok	Sdm	Fltr	Rsrvr
1.	Bendang	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
2.	Loa Bakung	0,863	-	0,677	0,504	0,313	0,311	0,197
3.	Gn. Lipan	0,731	0,706	0,633	0,233	0,187	0,132	<0,001
4.	Cendana	0,833	-	0,527	0,505	0,157	<0,001	<0,001

Keterangan : Sumber Data Primer

Berdasarkan tabel 4.3 dapat dilihat hasil penurunan parameter timbal di setiap tahapan Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Samarinda. Pada tahapan akhir di IPA Bendang mendapatkan nilai 0,001 mg/L dikarenakan tidak terdeteksinya kadar timbal (Pb) baik dari tahapan awal IPA maupun sampai tahapan akhir IPA. Sehingga dapat dilihat dari tabel diatas bahwa menurut hasil analisis laboratorium pada tahapan akhir di 3 IPA yang menjadi objek penelitian, yaitu IPA Bendang, IPA Gn. Lipan dan IPA Cendana telah memenuhi standar menurut Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 yaitu < 0,01 mg/L sedangkan pada IPA Loa bakung masih terdeteksi kadar timbal (Pb) di tahapan terakhir yaitu sebesar 0,197 mg/L, dimana diharapkan pada tahapan tersebut, kadar timbal (Pb) seharusnya telah hilang atau tidak terdeteksi sehingga tidak membahayakan kesehatan masyarakat yang menjadi konsumen air PDAM Samarinda.

**d. Pengaruh Treatment terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM**

Setelah didapatkan hasil analisis timbal (Pb) pada air PDAM Samarinda di setiap tahapan Instalasi Pengolahan Air (IPA) nya kemudian dihitung tingkat efektivitas dengan rumus sebagai berikut :

Rumus perhitungan tingkat efektivitas pengolahan ( $\sum_p$ ), sebagai berikut :

$$\sum P_{pb} = \frac{A-B}{A} \times 100\% = \dots\dots\dots\%$$

Keterangan : A = Kadar timbal (Pb) pada tahapan sebelum

B = Kadar timbal (Pb) pada tahapan sesudah

**1) Pengaruh Prasedimentasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM**

Tabel 4.4 Distribusi Pengaruh Prasedimentasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012

No.	Lokasi	Kadar Timbal (Pb) (mg/L)		$\sum_{p1}$ (%)
		Intake AB	Prased	
1.	IPA Bendang	< 0,001	-	-
2.	IPA Loa Bakung	0,863	-	-
3.	IPA Gn. Lipan	0,706	0,706	3,42
4.	IPA Cendana	0,833	-	-

Keterangan : Sumber Data Primer

$\sum_{p1}$  = Efektivitas antara Intake AB dan Prasedimentasi

Menurut tabel 4.4, dapat dilihat bahwa dalam penelitian ini, efektivitas penurunan pada bak prasedimentasi hanya terlihat pada IPA Gn Lipan, dimana hanya pada IPA Gn. Lipan yang mempunyai tahapan prasedimentasi dengan tingkat efektivitas penurunan sebesar 3,42%.

## 2) Pengaruh Koagulasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM

Tabel 4.5 Distribusi Pengaruh Koagulasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012

No.	Lokasi	Kadar Timbal (Pb) (mg/L)			$\Sigma p^2$ (%)
		Intake AB	Prased	Koag	
1.	IPA Bendang	< 0,001	-	< 0,001	0
2.	IPA Loa Bakung	0,863	-	0,677	21,55
3.	IPA Gn. Lipan	0,731	0,706	0,633	10,34
4.	IPA Cendana	0,833	-	0,527	36,73

Keterangan : Sumber Data Primer

$\Sigma p^2$  = Efektivitas antara Prased dan Koag (IPA Gn. Lipan)  
Efektivitas antara Intake AB dan Koagulasi (IPA Bendang, IPA Loa Bakung, dan IPA Cendana)

Dalam penelitian ini, efektivitas penurunan tertinggi kadar timbal (Pb) pada bak koagulasi adalah sebesar 36,73% yaitu pada IPA Cendana dan efektivitas penurunan terendah adalah sebesar 0% pada IPA Bendang, diakibatkan karena pada tahapan sebelumnya sudah tidak terdeteksi kadar timbal (Pb). Dapat dijelaskan pada IPA Gn. Lipan yang menjadi kontrol atau tahapan sebelumnya yang menjadi pembanding adalah bak prasedimentasi sedangkan untuk IPA lainnya menggunakan kontrol pada tahapan intake air baku.

### 3) Pengaruh Flokulasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM

Tabel 4.6 Distribusi Pengaruh Flokulasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012

No.	Lokasi	Kadar Timbal (Pb) (mg/L)		$\Sigma_{p3}$ (%)
		Koag	Flok	
1.	IPA Bendang	< 0,001	-	-
2.	IPA Loa Bakung	0,677	0,504	25,55
3.	IPA Gn. Lipan	0,633	0,233	63,19
4.	IPA Cendana	0,527	0,505	49,17

Keterangan : Sumber Data Primer

$\Sigma_{p3}$  = Efektivitas antara Koagulasi dan Flokulasi

Dalam penelitian ini, efektivitas penurunan tertinggi kadar timbal (Pb) pada bak flokulasi adalah sebesar 63,19% yaitu pada IPA Gn. Lipan dan efektivitas penurunan terendah adalah sebesar 0% pada IPA Bendang, diakibatkan karena pada tahapan sebelumnya sudah tidak terdeteksi kadar timbal (Pb). Perhitungan tingkat efektivitas hanya dilakukan pada 3 IPA saja yaitu IPA Loa Bakung, IPA Gn. Lipan dan IPA Cendana karena pada IPA Bendang tidak terdapat tahapan flokulasi sehingga tidak dapat dilakukan perhitungan tingkat efektivitasnya.

#### 4) Pengaruh Sedimentasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM

Tabel 4.7 Distribusi Pengaruh Sedimentasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012

No.	Lokasi	Kadar Timbal (Pb) (mg/L)			$\Sigma p_4$ (%)
		Koag	Flok	Sdm	
1.	IPA Bendang	< 0,001	-	< 0,001	0
2.	IPA Loa Bakung	0,677	0,504	0,313	37,90
3.	IPA Gn. Lipan	0,633	0,233	0,187	19,74
4.	IPA Cendana	0,527	0,505	0,157	68,91

Keterangan : Sumber Data Primer

$\Sigma p_4$  = Efektivitas antara Koag dan Sdm (IPA Bendang)  
Efektivitas antara Flokulasi dan Sedimentasi (IPA  
Loa Bakung, IPA Gn. Lipan dan IPA Cendana)

Dalam penelitian ini, efektivitas penurunan tertinggi kadar timbal (Pb) pada bak sedimentasi adalah sebesar 68,91% yaitu pada IPA Cendana dan efektivitas penurunan terendah adalah sebesar 0% pada IPA Bendang diakibatkan karena pada tahapan sebelumnya sudah tidak terdeteksi kadar timbal (Pb). Dapat dijelaskan untuk IPA Loa Bakung, IPA Gn. Lipan dan IPA Cendana menggunakan kontrol atau tahapan sebelumnya yang menjadi pembanding pada tahapan flokulasi sedangkan pada IPA Bendang yang menjadi kontrol adalah bak koagulasi karena pada IPA Bendang untuk tahapan flokulasi telah tergabung langsung pada tahapan koagulasi.

### 5) Pengaruh Filter terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM

Tabel 4.8 Distribusi Pengaruh Filter terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012

No.	Lokasi	Kadar Timbal (Pb) (mg/L)		$\Sigma_{p5}$ (%)
		Sdm	Filtr	
1.	IPA Bendang	< 0,001	< 0,001	0
2.	IPA Loa Bakung	0,313	0,311	0,64
3.	IPA Gn. Lipan	0,187	0,132	29,41
4.	IPA Cendana	0,157	< 0,001	99,36

Keterangan : Sumber Data Primer

$\Sigma_{p5}$  = Tingkat Efektivitas antara Sedimentasi dan Filter

Dalam penelitian ini, efektivitas penurunan tertinggi kadar timbal (Pb) pada bak filter adalah sebesar 99,36% yaitu pada IPA Cendana dan efektivitas penurunan terendah adalah sebesar 0% pada IPA Bendang diakibatkan karena pada tahapan sebelumnya sudah tidak terdeteksi kadar timbal (Pb).

### 6) Pengaruh Reservoir terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM

Tabel 4.9 Distribusi Pengaruh Reservoir terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012

No.	Lokasi	Kadar Timbal (Pb) (mg/L)		$\Sigma_{p6}$ (%)
		Filtr	Rsrvr	
1.	IPA Bendang	< 0,001	< 0,001	0
2.	IPA Loa Bakung	0,311	0,197	36,66
3.	IPA Gn. Lipan	0,132	< 0,001	99,24
4.	IPA Cendana	< 0,001	< 0,001	0

Keterangan : Sumber Data Primer

$\Sigma_{p6}$  = Tingkat Efektivitas antara Filter dan Reservoir

Dalam penelitian ini, efektivitas penurunan tertinggi kadar timbal (Pb) pada bak reservoir adalah sebesar 99,24% yaitu pada IPA Gn. Lipan dan efektivitas penurunan terendah adalah sebesar 0% pada IPA Bendang dan Cendana, diakibatkan karena pada tahapan pengontrol sudah tidak terdeteksi kadar timbal (Pb).

## **2. Analisis Bivariat**

Analisis bivariat ini digunakan untuk mengetahui pengaruh treatment Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM terhadap efektivitas reduksi timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Samarinda dan pengaruh kelengkapan treatment Instalasi Pengolahan Air (IPA) terhadap kualitas timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Samarinda. Analisis dilakukan dengan uji t test dan dilanjutkan dengan uji Anova dengan tingkat signifikan 95%. Perhitungan rumus uji Paired t-test dan Regresi Linear dalam penelitian ini dilakukan dengan program computer *Program Stastical Package For Social Science (SPSS)* versi 16.0.

### **a. Pengaruh Treatment terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Samarinda**

Hasil penelitian pengaruh treatment terhadap efektivitas reduksi timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM di olah dengan menggunakan uji paired T-test dengan taraf signifikan 95%.

### 1) Pengaruh Prasedimentasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM

Bak prasedimentasi hanya dimiliki oleh 1 IPA saja yaitu IPA Gn. Lipan, oleh karena itu pada penelitian ini tidak dilakukan hasil analisis untuk bak prasedimentasi terhadap efektivitas reduksi timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM dikarenakan tidak adanya pembanding yang akan dibandingkan pada uji paired T-test.

### 2) Pengaruh Koagulasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM

Tabel 4.10 Hasil Analisis Pengaruh Koagulasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012

Kadar Timbal	n	Mean	Standar Deviasi	P <sub>value</sub>
Intake Air Baku	4	0,60700	0,407931	0,108
Koagulasi	4	0,45950	0,312083	

Dari hasil analisis data diatas, dapat ditarik kesimpulan yaitu rata-rata kadar timbal di intake air baku yang berperan sebagai kontrol adalah 0,60700 dengan standar deviasi 0,407931, sedangkan rata-rata kadar timbal di koagulasi adalah 0,45950 dengan standar deviasi 0,312083. Berdasarkan hasil uji statistik didapatkan nilai  $p_{value} = 0,108$ , dimana terlihat bahwa nilai  $p_{value}$  hitung lebih besar dari nilai  $\alpha$  (0,05) maka hal ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan pada treatment koagulasi terhadap efektivitas reduksi timbal (Pb) di

Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda tahun 2012.

### 3) Pengaruh Flokulasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM

Tabel 4.11 Hasil Analisis Pengaruh Flokulasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012

Kadar Timbal	n	Mean	Standar Deviasi	P <sub>Value</sub>
Intake Air Baku	3	0,80900	0,069195	0,017
Flokulasi	3	0,41400	0,156751	

Dari hasil analisis data diatas, dapat ditarik kesimpulan yaitu rata-rata kadar timbal di intake air baku yang berperan sebagai kontrol adalah 0,80900 dengan standar deviasi 0,069195, sedangkan rata-rata kadar timbal di flokulasi adalah 0,41400 dengan standar deviasi 0,156751. Berdasarkan hasil uji statistik didapatkan nilai  $p_{value} = 0,017$ , dimana terlihat bahwa nilai  $p_{value}$  hitung lebih kecil daripada nilai  $\alpha$  (0,05) maka hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh yang signifikan pada treatment flokulasi terhadap efektivitas reduksi timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda tahun 2012.

#### 4) Pengaruh Sedimentasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM

Tabel 4.12 Hasil Analisis Pengaruh Sedimentasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012

Kadar Timbal	n	Mean	Standar Deviasi	P <sub>Value</sub>
Intake Air Baku	4	0,60700	0,407931	0,061
Sedimentasi	4	0,16450	0,128254	

Dari hasil analisis data diatas, dapat ditarik kesimpulan yaitu rata-rata kadar timbal di intake air baku yang berperan sebagai kontrol adalah 0,60700 dengan standar deviasi 0,407931, sedangkan rata-rata kadar timbal di sedimentasi adalah 0,16450 dengan standar deviasi 0,128254. Berdasarkan hasil uji statistik didapatkan nilai  $p_{value} = 0,061$ , dimana terlihat bahwa nilai  $p_{value}$  hitung lebih besar dari nilai  $\alpha$  (0,05) maka hal ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan pada treatment sedimentasi terhadap efektivitas reduksi timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda tahun 2012.

#### 5) Pengaruh Filter terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM

Tabel 4.13 Hasil Analisis Pengaruh Filter terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012

Kadar Timbal	n	Mean	Standar Deviasi	P <sub>Value</sub>
Intake Air Baku	4	0,60700	0,407931	0,067
Filter	4	0,11125	0,146789	

Dari hasil analisis data diatas, dapat ditarik kesimpulan yaitu rata-rata kadar timbal di intake air baku yang berperan sebagai kontrol adalah 0,60700 dengan standar deviasi 0,407931, sedangkan rata-rata kadar timbal di filter adalah 0,11125 dengan standar deviasi 0,146789. Berdasarkan hasil uji statistik didapatkan nilai  $p_{value} = 0,067$ , dimana terlihat bahwa nilai  $p_{value}$  hitung lebih besar dari nilai  $\alpha$  (0,05) maka hal ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan pada treatment filter terhadap efektivitas reduksi timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda tahun 2012.

#### 6) Pengaruh Reservoir terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM

Tabel 4.14 Hasil Analisis Pengaruh Reservoir terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012

Kadar Timbal	n	Mean	Standar Deviasi	P <sub>Value</sub>
Intake Air Baku	4	0,60700	0,407931	0,060
Reservoir	4	0,05000	0,098000	

Dari hasil analisis data diatas, dapat ditarik kesimpulan yaitu rata-rata kadar timbal di intake air baku yang berperan sebagai kontrol adalah 0,60700 dengan standar deviasi 0,407931, sedangkan rata-rata kadar timbal di reservoir adalah 0,05000 dengan standar deviasi 0,098000. Berdasarkan hasil uji statistik didapatkan nilai  $p_{value} = 0,060$ , dimana terlihat bahwa nilai  $p_{value}$  hitung lebih

besar dari nilai  $\alpha$  (0,05) maka hal ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan pada treatment reservoir terhadap efektivitas reduksi timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda tahun 2012.

**b. Pengaruh Kelengkapan Treatment terhadap Kualitas Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Samarinda**

Hasil penelitian kelengkapan treatment terhadap efektivitas reduksi timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM di olah dengan menggunakan uji Regresi Linear dengan taraf signifikan 95%. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.14 sebagai berikut :

Tabel 4.15 Hasil Analisis Pengaruh Kelengkapan Treatment terhadap Kualitas Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda Tahun 2012

Variabel	r	R <sup>2</sup>	P <sub>Value</sub>
Kelengkapan Treatment	0,174	0,030	0,826

Dari hasil analisis data diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil analisis antara total perhitungan skor lembar observasi dengan kualitas timbal (Pb) pada air yang diolah oleh PDAM Samarinda, mendapatkan nilai r hitung yaitu sebesar 0,174, sedangkan untuk R<sup>2</sup> yang merupakan koefisien determinasi menyatakan bahwa kelengkapan treatment dapat mempengaruhi kualitas timbal sebesar 8,4%. Berdasarkan hasil uji statistik didapatkan nilai P<sub>Value</sub> sebesar 0,826. dimana

terlihat bahwa nilai  $p_{value}$  hitung lebih besar dari nilai  $\alpha$  (0,05) maka hal ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan pada kelengkapan treatment terhadap kualitas timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda tahun 2012.

### C. Pembahasan

#### 1. Pengaruh Koagulasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM

Hasil bivariat menggunakan uji paired T-test dengan taraf signifikan 95% memperlihatkan tidak ada pengaruh koagulasi terhadap efektivitas reduksi timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Samarinda dengan nilai  $p_{value} = 0,108$ . Pernyataan ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Susanto dkk (2004) yang mendapatkan hasil penelitian bahwa pemberian tawas dan kapur pada bak koagulasi dapat menurunkan kadar timbal (Pb) sampai batas yang ditentukan melalui pembentukan koloidal yang menghasilkan partikel yang lebih besar dan kemudian mengendap. Pernyataan tersebut juga dibenarkan oleh Sulasih (2010) yang melakukan penelitian terhadap limbah cair industri kecil pewarna logam bahwa pemberian tawas dapat menurunkan kadar timbal (Pb) sampai batas yang ditentukan, sehingga tidak berdampak bagi manusia, pertumbuhan tanaman dan kehidupan biota air.

Berdasarkan tabel 4.3 dapat dilihat hasil pengukuran kadar timbal (Pb) pada bak koagulasi mendapatkan nilai tertinggi pada

IPA Loa Bakung dengan nilai 0,677 sedangkan menurut Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 kadar timbal (Pb) dalam air minum hanya diperbolehkan sebesar  $< 0,01$  mg/L, berarti kandungan timbal (Pb) pada air PDAM di bak koagulasi tersebut diatas ambang batas kandungan timbal (Pb). Sedangkan pada IPA Bendang tidak terdeteksi kadar timbal pada awal tahapan sampai akhir. Variasi logam Pb pada media air juga disebabkan oleh perbedaan jarak lokasi pengambilan sampel dengan lokasi pusat industri-industri yang menghasilkan limbah sebagai sumber bahan pencemar yang masuk ke dalam perairan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fardiaz (2002), bahwa semakin jauh jarak suatu tempat dari sumber pencemar, maka tingkat pencemarannya semakin rendah.

Analisis uji laboratorium yang didapatkan dari penelitian bahwa kadar timbal (Pb) yang terdeteksi jauh di atas nilai standar yang diharuskan, baik pada tahapan intake air baku dimana air belum mendapatkan treatment apa-apa sampai dengan air mendapatkan treatment berupa koagulan (tawas). Adanya kandungan timbal (Pb) pada sampel air yang disebabkan oleh berbagai aktivitas manusia sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan yang nantinya akan berakibat pada sumber baku air PDAM. Kadar timbal (Pb) yang terdeteksi pun sangat jauh dari ambang batas yang diperbolehkan menurut PERDA Provinsi Kalimantan Timur No. 02 tahun 2011 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian

Pencemaran Baku Mutu Air Pada Sumber Air Berdasarkan Kelas 1 untuk Timbal (Pb) yaitu sebesar 0,03 mg/L.

Berdasarkan hasil observasi yang didapatkan adalah bahwa hanya 2 (dua) IPA yang memenuhi standar dalam hal pemenuhan kriteria tata cara perencanaan unit paket instalasi pengolahan air. Beberapa kriteria yang tidak terpenuhi oleh Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang menjadi objek penelitian inilah yang menyebabkan kurang efektifnya sistem kerja dari bak koagulasi ini.

Berdasarkan hasil lembar observasi lainnya juga didapatkan bahwa waktu pengadukan gradien kecepatan pengadukan tidak sesuai dengan standar berdasarkan standar Nasional Indonesia 6774:2008 Tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air untuk bak koagulasi yaitu sebesar 60 – 5/detik. Sedangkan menurut Narita (2011), dalam proses koagulasi selain memperhatikan karakteristik kualitas air, ada tiga faktor lainnya yang mempengaruhi keberhasilan proses koagulasi, yaitu jenis koagulan yang dipakai, dosis pembubuhan koagulan, serta proses pengadukannya. Hal ini dapat diduga mengakibatkan hasil air yang telah melalui tahapan pada bak koagulasi tidak optimum dalam menurunkan kadar timbal (Pb).

Pada proses koagulasi dari sistem pengolahan air bersih yang diterapkan oleh PDAM Samarinda selalu dilakukan dengan cara manual oleh operator dan memakan waktu cukup lama, cara tersebut diberi nama Jar Test. Kesulitan utama yang dihadapi pada

proses pengendapan air ini adalah menentukan kadar optimum zat pengendap atau koagulan (tawas), karena penambahan zat pengendap (tawas) tidak selalu berkorelasi linier terhadap kekeruhan air di tahap akhir proses koagulasi, Apabila dosis yang ditambahkan berlebihan maka akan mempengaruhi proses-proses selanjutnya dari serangkaian proses pengolahan air bersih yaitu proses flokulasi, sedimentasi, filtrasi, desinfeksi dan reservoir. Dan jika kekurangan dosis tawas yang ditambahkan maka akan menurunkan kualitas air bersih yang dihasilkan dari proses koagulasi (Narita, 2011).

Berdasarkan tabel 4.5 dapat dilihat hasil perhitungan efektivitas pada bak koagulasi mendapatkan nilai tertinggi pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Cendana dengan nilai sebesar 36,73%, dimana hasil tersebut sesuai dengan hasil observasi yang menyatakan bahwa bak koagulasi IPA Cendana telah memenuhi standar sehingga menghasilkan nilai efektivitas yang tinggi juga.

## **2. Pengaruh Flokulasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM**

Hasil bivariat menggunakan uji paired T-test dengan taraf signifikan 95% memperlihatkan ada pengaruh flokulasi terhadap efektivitas reduksi timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Samarinda dengan nilai  $p_{value} = 0,017$ . Pernyataan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sutapa (2010) menyatakan bahwa pada tahap flokulasi dapat menurunkan kadar timbal sampai batas yang ditentukan dengan membentuk kualitas

flok-flok yang mempengaruhi cepat atau lambatnya partikel-partikel mengendap dalam bak sedimentasi. Flokulasi merupakan tahap penting karena mempengaruhi efektivitas tahap pengolahan air berikutnya.

Berdasarkan tabel 4.3 dapat dilihat hasil pengukuran kadar timbal (Pb) pada bak flokulasi mendapatkan nilai tertinggi pada IPA Cendana dengan nilai 0,505 yang hanya berbeda selisih sedikit dengan IPA Loa Bakung yang mendapatkan nilai sebesar 0,504 tetapi tetap berbanding jauh dengan menurut Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 kadar timbal (Pb) dalam air minum yang hanya memperbolehkan sebesar  $< 0,01$  mg/L, berarti kandungan timbal (Pb) pada air PDAM di bak flokulasi tersebut masih diatas ambang batas kandungan timbal (Pb), hal ini diakibatkan karena pada sampel yang diambil pada intake air baku atau badan sungai pada kedua IPA tersebut telah terdeteksi kadar timbal (Pb) sebesar 0,833 mg/L dan 0,863 mg/L. Dan pada IPA lainnya juga mengalami penurunan serupa yaitu walaupun pada tahapan intake air baku telah terdeteksi kadar timbal (Pb) tetapi setelah mendapatkan treatment pada bak flokulasi mengalami penurunan.

Hal ini dapat saja diakibatkan beberapa faktor atau kriteria yang tidak dipenuhi oleh IPA tersebut berdasarkan standar Nasional Indonesia 6774:2008 Tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air. Dan berdasarkan hasil

observasi yang didapatkan bahwa hanya 2 (dua) IPA yang memenuhi standar.

Berdasarkan hasil observasi yang didapatkan bahwa hanya 1 IPA yang memenuhi standar dalam hal lamanya pengadukan yang dilakukan di bak flokulasi yaitu selama 30 – 45 menit sehingga diduga mengakibatkan tidak efektifnya bak flokulasi dalam menurunkan kadar timbal (Pb) sampai pada kadar yang diperbolehkan. Sedangkan menurut Siringiringo (2006) bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi flok-flok adalah kekeruhan pada air baku, tipe dari suspended solid, pH, alkalinity, bahan koagulan yang dipakai dan lamanya pengadukan.

Hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa hanya 2 IPA saja yang memenuhi standar yaitu memiliki gradien kecepatan sebesar  $60 - 5/\text{detik}$  selama 30 – 45 menit. Hal ini sejalan dengan pernyataan dari Darmasetiawan (2001) bahwa gradien kecepatan merupakan faktor penting dalam desain bak flokulasi. Jika nilai gradien terlalu besar maka gaya geser yang timbul akan mencegah pembentukan flok, sebaliknya jika nilai gradien terlalu rendah/tidak memadai maka proses penggabungan antar partikulat tidak akan terjadi dan flok besar serta mudah mengendap akan sulit dihasilkan. Untuk itu nilai gradien kecepatan proses flokulasi dianjurkan berkisar antara  $90/\text{detik}$  hingga  $30/\text{detik}$  selama 10 sampai 60 menit. Oleh karena itu, bak flokulasi harus 50 kali lebih besar dari unit kecepatan pengadukan. Selain itu pada unit ini

dibutuhkan lokasi yang alirannya tenang namun tetap ada pengadukan lambat (slow mixing) supaya flok menumpuk. Pergejolan yang lembut diperlukan untuk menaikkan pengadukan dengan seksama. Meskipun pengadukan seharusnya tidak terlalu keras karena akan menyebabkan rusaknya flok yang sudah terbentuk.

Berdasarkan tabel 4.6 dapat dilihat hasil perhitungan efektivitas pada bak flokulasi mendapatkan nilai tertinggi pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Gn. Lipan dengan nilai sebesar 63,19%. Pada IPA ini dapat menurunkan kadar timbal lebih banyak daripada IPA yang lain walaupun berdasarkan hasil observasi yang didapatkan bahwa IPA tersebut ternyata tidak memenuhi standar dalam hal pemenuhan kriteria tata cara perencanaan unit paket Instalasi Pengolahan Air. Pada tahapan ini hanya dilakukan pada 3 IPA saja yaitu IPA Loa Bakung, IPA Gn. Lipan dan IPA Cendana. Hal ini diakibatkan karena tidak adanya sampel air pada bak flokulasi di IPA Bendang.

### **3. Pengaruh Sedimentasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM**

Hasil bivariat menggunakan uji paired t-test dengan taraf signifikan 95% memperlihatkan tidak ada pengaruh sedimentasi terhadap efektivitas reduksi timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Samarinda dengan nilai  $p_{value} = 0,061$ . Pernyataan ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari (2007) yang menyatakan bahwa pada pengolahan limbah dilakukan

metode pengendapan (sedimentasi) sehingga dapat menurunkan kadar timbal sampai pada kadar yang ditentukan.

Berdasarkan tabel 4.3 dapat dilihat hasil pengukuran kadar timbal (Pb) pada bak sedimentasi mendapatkan nilai tertinggi pada IPA Loa Bakung dengan nilai 0,313 sedangkan menurut Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 kadar timbal (Pb) dalam air minum hanya diperbolehkan sebesar  $< 0,01$  mg/L, berarti kandungan timbal (Pb) pada air PDAM di bak sedimentasi tersebut masih diatas ambang batas kandungan timbal (Pb), hal ini diakibatkan karena pada sampel yang diambil pada tahapan sebelumnya yaitu pada bak flokulasi juga telah terdeteksi timbal sebesar 0,504 mg/L. Tetapi untuk tingkat efektivitas yang merupakan perhitungan penurunan kadar timbal yang tertinggi terjadi di IPA Cendana dengan nilai sebesar 68,91%.

Hal ini dapat diakibatkan karena berdasarkan hasil observasi yang didapatkan adalah bahwa hanya 1 (satu) IPA yang memenuhi standar dalam hal pemenuhan kriteria tata cara perencanaan unit paket Instalasi Pengolahan Air berdasarkan Standar Nasional Indonesia 6774:2008 Tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air.

Berdasarkan lembar observasi yang menyatakan bahwa untuk kriteria kemiringan dasar bak dengan ukuran  $45^{\circ}$  -  $60^{\circ}$  hanya 1 IPA saja yang memenuhi standar tersebut. Dan untuk kriteria waktu tinggal juga hanya 1 IPA yang memenuhi standar yaitu selama 1,5 -

3 jam dimana semakin lama waktu tinggal air baku dalam bak sedimentasi, semakin baik karena proses pengendapan flok berlangsung lebih lama. Hal ini mengakibatkan air PDAM yang dihasilkan masih terdeteksi kadar timbal (Pb). Sutrisno (2006) mengungkapkan bahwa faktor-faktor yang dapat meningkatkan efisiensi bak pengendapan adalah luas bidang pengendapan, penggunaan baffle pada bak sedimentasi, mendangkalkan bak dan pemasangan plat miring.

Berdasarkan hasil penelitian di Instalasi Pengolahan Air (IPA) Cendana dimana pada saat penelitian dilakukan di bulan Agustus (musim kemarau) di siang hari pada bak sedimentasi terlihat endapan-endapan yang mengapung di permukaan air dan tidak tenggelam. Pada umumnya proses sedimentasi bertujuan untuk memperbesar partikel padatan sehingga menjadi lebih berat dan dapat tenggelam dalam waktu lebih singkat. Berdasarkan hasil lembar observasi, keadaan tersebut dapat terlihat pada gambar pada Lampiran 7.7. Hal ini didukung oleh Sutrisno (2006) menyatakan di Indonesia sering terjadi gangguan pada proses flokulasi dan sedimentasi pada waktu musim kemarau (siang hari). Hal ini mungkin disebabkan karena suhu air baku menjadi tinggi. Gangguan tersebut disebabkan oleh flok-flok yang telah terbentuk tidak dapat mengendap, melainkan mengapung keatas dan airnya yang masih berwarna keruh, sehingga pada proses filtrasi beban filter menjadi bertambah banyak dan waktu pencucian filter

semakin sering dilakukan. Gangguan lainnya adalah pada bak pengendap air masih tampak keruh dan sebagian flok masih belum dapat mengendap.

Berdasarkan hasil lembar observasi lainnya menyatakan bahwa semua Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang menjadi objek penelitian melakukan pengurasan setiap 12 – 24 jam sekali. Hal ini selaras dengan pernyataan Sutrisno (2006), bahwa hasil pengendapan pada bak sedimentasi adalah terbentuknya lumpur endapan pada dasar bak. Untuk menjaga efektivitas ruang pengendapan dan pencegahan pembusukan lumpur endapan, maka lumpur endapan harus dikeluarkan secara periodik dan total hingga benar-benar bersih. Peralatan yang digunakan untuk mengeluarkan lumpur harus dikontrol setiap saat agar tetap dapat bekerja secara sempurna.

#### **4. Pengaruh Filter terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM**

Hasil bivariat menggunakan uji paired T-test dengan taraf signifikan 95% memperlihatkan tidak ada pengaruh filter terhadap efektivitas reduksi timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Samarinda dengan nilai  $p_{value} = 0,067$ . Pernyataan ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Suptijah (2008) dalam penelitiannya yang berjudul Pemurnian Air Sumur dengan Kitosan Melalui Tahapan Koagulasi dan Filtrasi yang mengatakan adanya penurunan kadar timbal pada bak filter sampai pada batas

yang ditentukan menurut Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010.

Berdasarkan tabel 4.3 dapat dilihat hasil pengukuran kadar timbal (Pb) pada bak filter mendapatkan nilai tertinggi pada IPA Loa Bakung dengan nilai 0,311 sedangkan menurut Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 kadar timbal (Pb) dalam air minum hanya diperbolehkan sebesar  $< 0,01$  mg/L, berarti kandungan timbal (Pb) pada air PDAM di bak filter tersebut diatas ambang batas kandungan timbal (Pb), hal ini diakibatkan karena pada sampel yang diambil pada intake air baku atau badan sungai pada IPA Loa Bakung memang telah terdeteksi kadar timbal (Pb) sebesar 0,863 mg/L. Dan pada IPA lainnya mengalami hal serupa yaitu walaupun pada tahapan intake air baku telah terdeteksi kadar timbal (Pb) tetapi setelah mendapatkan treatment pada bak sedimentasi mengalami penurunan. Sedangkan pada IPA Bendang tidak terdeteksi kadar timbal pada awal tahapan sampai akhir.

Hal ini dapat diakibatkan karena berdasarkan hasil observasi yang didapatkan adalah bahwa masih adanya IPA yang tidak memenuhi standar dalam hal pemenuhan kriteria tata cara perencanaan unit paket instalasi pengolahan air.

Hasil penelitian yang didapatkan berdasarkan hasil observasi dapat dilihat bahwa untuk periode pencucian dilakukan setiap 18-24 jam dan ternyata hanya 2 IPA saja yang memenuhi standar tersebut. Sedangkan menurut pernyataan dari Said (2006), bahwa

pada proses penyaringan gravitasi, air mengalir dari atas ke bawah melalui media penyaring. Selama proses penyaringan berlangsung akan terbentuk lapisan kotoran yang tertahan pada media filter, pembentukan lapisan ini semakin lama akan semakin tebal, sehingga terjadi *pressure drop* atau pengurangan tekanan air di atas media filter, apabila hal tersebut terjadi maka penyaring harus dicuci balik (*back wash*), yaitu dengan cara mengalirkan air dari bawah ke atas untuk mengoptimalkan kembali fungsi filter.

Standar Nasional Indonesia 6774:2008 Tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air menetapkan untuk kriteria kecepatan penyaringan yaitu 6 -11 m/jam, dan semua IPA telah memenuhi standar. Hal ini sejalan dengan pernyataan dari Hardyanti (2006) Air dari bak penampung dipompakan ke carbon filter untuk disaring, dimana air dilewatkan pada benda dengan porous dengan kecepatan tinggi. Proses penyaringan menggunakan sistem saringan bertekanan sehingga kecepatan filtrasi cukup tinggi.

Berdasarkan data sekunder yang didapatkan dari Laboratorium Induk PDAM yaitu rekaptulasi nilai kekeruhan (FTU) setiap bulannya dan keadaan pada saat penelitian bahwa kekeruhan air baku sungai mahakam sebesar > 40 NTU, oleh karena itu sangat jelas bahwa masih diperlukannya proses sebelum filtrasi yang meliputi koagulasi, flokulasi dan sedimentasi. Fungsi utama dari unit filtrasi adalah menyaring semua flok-flok halus yang tidak

terendapkan pada unit sedimentasi. Proses filtrasi air baku dapat dilakukan tanpa didahului oleh koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi bila kekeruhan air baku kecil dari 10 NTU (Hardyanti, 2006).

Berdasarkan tabel 4.8 bahwa hasil perhitungan efektivitas pada bak filter mendapatkan nilai tertinggi pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Cendana dengan nilai sebesar 99,36%, dimana hasil tersebut dikarenakan pada bak filter di IPA Cendana sudah mengalami penurunan yang sangat tinggi sehingga tidak didapatkan lagi kadar timbal (Pb) dan telah memenuhi standar menurut Permenkes RI No. 492/ MENKES/ PER/ IV/ 2010.

#### **5. Pengaruh Reservoir terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM**

Hasil bivariat menggunakan uji paired T-test dengan taraf signifikan 95% memperlihatkan tidak ada pengaruh reservoiri terhadap efektivitas reduksi timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Samarinda dengan nilai  $p_{value} = 0,060$ . Pernyataan ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Zamzami (2006) yang melakukan penelitian tugas akhir mengenai IPAM skala rumah tangga dengan air baku berasal dari air sumur Surabaya yaitu pada tahapan akhir dapat menurunkan kadar timbal (Pb) hingga kadar timbal (Pb) tidak terdeteksi dan memenuhi standar berdasarkan Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010.

Berdasarkan tabel 4.3 dapat dilihat hasil pengukuran kadar timbal (Pb) pada bak reservoir mendapatkan nilai tertinggi pada IPA

Loa Bakung dengan nilai 0,197 sedangkan menurut Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 kadar timbal (Pb) dalam air minum hanya diperbolehkan sebesar  $< 0,01$  mg/L, berarti kandungan timbal (Pb) pada air PDAM di bak reservoir tersebut diatas ambang batas kandungan timbal (Pb). Sedangkan pada IPA lainnya mengalami penurunan kadar timbal (Pb) sampai pada standar yang ditetapkan. Perbedaan hasil uji kadar timbal (Pb) dapat diduga karena adanya perbedaan kondisi pada saat pengambilan sampel sehingga kualitas air yang diambil juga berbeda seperti halnya perbedaan suhu, cuaca maupun cara pengambilan sampel yang tidak diperhitungkan.

Hasil lembar observasi berdasarkan standar Nasional Indonesia 6774:2008 Tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air didapatkan bahwa dosis desinfektan sudah sesuai dengan daya pengikat chlor (dpc) air baku dan kebutuhan waktu kontak. Sehingga air yang dihasilkan oleh PDAM sudah sesuai dengan persyaratan sisa chlor dalam air minum yaitu sebanyak 0,2 – 1,0 mg/L. Dengan sisa chlor tersebut maka melalui proses desinfeksi air minum dapat memenuhi tujuannya untuk membunuh bakteri patogen yang ada dalam air. Sebelum air bersih didistribusikan proses desinfeksi mutlak dilakukan sebaik apapun hasil pengolahan yang diperoleh. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Suruti (2008), Faktor yang berpengaruh dalam proses desinfeksi adalah waktu kontak, konsentrasi dan jenis desinfektan,

temperatur, jumlah mikroorganisme, tipe mikroorganisme, kondisi air.

Hasil penelitian didapatkan bahwa letak reservoir pada objek penelitian terletak di posisi lebih tinggi daripada pipa distribusi. Hal ini sejalan dengan pernyataan bahwa reservoir adalah tempat untuk menampung air hasil pengolahan sebelum di distribusikan ke konsumen dalam sistem distribusi. Reservoir berfungsi sebagai tempat penampungan sementara air bersih sebelum didistribusikan melalui pipa-pipa secara gravitasi. Karena kebanyakan distribusi di Indonesia menggunakan konsep gravitasi, maka reservoir biasanya diletakkan di tempat dengan posisi lebih tinggi daripada tempat-tempat yang menjadi sasaran distribusi, bisa diatas bukit atau gunung. Untuk menghemat biaya pembangunan, unit intake, WTP (Water Treatment Plant) dan reservoir dapat dibangun dalam satu kawasan dengan ketinggian yang cukup tinggi, sehingga tidak diperlukan pumping station dengan kapasitas pompa dorong yang besar untuk menyalurkan air dari WTP ke resevoir. Pada akhirnya, dari reservoir, air bersih siap untuk didistribusikan melalui pipa-pipa dengan berbagai ukuran ke tiap daerah distribusi (Sutrisno, 2006).

Berdasarkan hasil observasi mengenai kriteria reservoir merupakan tempat melindungi air hasil pengolahan telah dimiliki oleh IPA yang menjadi objek penelitian. Keadaan tersebut dapat terlihat pada Lampiran 7.9. Reservoir melindungi air hasil pengolahan dari kontaminasi oleh air hujan, debu, *algae* maupun

sinar matahari langsung. Kedalaman efektif reservoir umumnya berkisar antara 3 hingga 6 meter. Reservoir diletakkan pada akhir instalasi dengan muka *level* air lebih rendah dari muka air unit filter, dan diusahakan tidak ada fluktuasi (Sutrisno, 2006).

Berdasarkan hasil laboratorium untuk parameter timbal (Pb) di semua objek penelitian di setiap tahapannya bahwa pada IPA Loa Bakung mempunyai nilai yang tertinggi disebabkan masih tingginya kadar timbal (Pb) yang dikarenakan disekitar IPA Loa Bakung masih banyak aktivitas yang merugikan dan menggunakan sungai tidak pada mestinya yaitu seperti tempat pembuangan limbah pabrik atau industri khususnya pertambangan, limbah domestik, pelabuhan kapal dan ponton, pengisian bahan bakar minyak (BBM), bengkel yang membuang besi-besi berkarat ataupun komponen bekas dan kenyataan bahwa disepanjang sungai mahakam dijadikan jalur transportasi sungai. Hal demikian sangat mempengaruhi air sungai yang menjadi sumber baku air PDAM. Pada bak reservoir di IPA Loa bakung masih terdeteksi kadar timbal (Pb) sehingga memerlukan tindakan perbaikan sehingga dapat efektif dalam menurunkan kadar timbal (Pb). Terjadinya kontaminasi terhadap air bisa disebabkan oleh sampungan pipa yang kurang baik, pipa retak, cross connection, reservoir kurang baik dan lain-lain (Fitriana, 2003).

Berdasarkan tabel 4.9 dapat dilihat bahwa sama halnya dengan hasil perhitungan efektivitas pada bak flokulasi, pada bak

reservoir yang mendapatkan nilai tertinggi juga Instalasi Pengolahan Air (IPA) Gn. Lipan dengan nilai sebesar 99,24, dimana hasil tersebut juga sesuai dengan hasil observasi yang menyatakan bahwa bak reservoir IPA Gn. Lipan telah memenuhi standar sehingga menghasilkan nilai efektivitas yang tinggi.

#### **6. Pengaruh Kelengkapan Treatment terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM**

Hasil bivariat menggunakan uji Regresi linear dengan taraf signifikan 95% memperlihatkan tidak ada pengaruh kelengkapan treatment terhadap efektivitas reduksi timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Samarinda dengan nilai  $p_{value} = 0,826$ . Pernyataan ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh oleh Andryni (2001) yang menyatakan adanya penurunan kadar logam berat timbal (Pb) pada air hasil olahan PDAM Kota Semarang dikarenakan sistem kerja dari semua tahapan Instalasi Pengolahan Air telah sesuai dengan standar yang telah ditentukan.

Berdasarkan tabel 4.3 dapat dilihat hasil akhir kualitas air untuk parameter timbal (Pb) setelah melalui berbagai tahapan Instalasi Pengolahan Air (IPA) dimulai dari koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filter dan reservoir mendapatkan nilai tertinggi pada IPA Loa Bakung yaitu sebesar 0,197 dimana angka tersebut masih berada diatas ambang batas yang diperbolehkan di air minum berdasarkan Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010. Sedangkan pada IPA lainnya telah mengalami penurunan kadar timbal (Pb) sampai pada standar yang ditetapkan.

Hasil ini menunjukkan bahwa walaupun telah melalui berbagai tahapan sehingga dapat menurunkan kadar timbal (Pb) sampai pada kadar yang telah sesuai dengan standar menurut Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tetapi ternyata tidak semua dari Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Samarinda yang dapat memberikan kualitas air yang sehat untuk masyarakatnya. Selama perjalanan operasional Instalasi Pengolahan Air Minum tentunya tidak selamanya menemukan titik ideal mengingat adanya fluktuatif kualitas air baku, pengembangan yang tidak merata pada seluruh unit serta keterbatasan kapasitas peralatan yang berkaitan dengan umur alat.

Tidak lengkapnya treatment yang diberikan oleh Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Samarinda, sehingga kualitas air yang dihasilkan tidak dapat mereduksi logam berat timbal (Pb), dapat diakibatkan tidak dilakukannya teknologi pengolahan air secara elektroplating, dimana pada teknologi ini yang dikaji adalah penggunaan metode proses kimia (reduksi & precipitasi), proses adsorpsi fisik, proses pertukaran ion, proses evaporasi dan elektrokimia, dimana setiap proses memiliki kelemahan dan keunggulan masing-masing. Pada proses kimia-fisik dilakukan dalam 3 tahapan proses yaitu proses reduksi, proses precipitasi (pembentukan partikel hidroksida) dan proses pengendapan (pemisahan partikel hidroksida). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sumada (2006), bahwa hasil penelitian yang

dilakukannya dengan menggunakan teknologi ini menunjukkan bahwa proses kimia-fisik dan pertukaran ion dapat menurunkan konsentrasi ion logam berat air hingga dibawah nilai baku mutu air.

Berdasarkan hasil uji laboratorium yang didapatkan yaitu bahwa pada IPA Bendang yang memiliki lokasi didaerah hulu yaitu Loa Kulu tidak terdeteksi kadar timbal (Pb). Hal ini bertentangan dengan pernyataan dari Naria (2005) yang mengungkapkan bahwa pada dasarnya konsentrasi timbal (Pb) di bagian hulu dari Muara Mahakam lebih tinggi dibandingkan dengan bagian hilirnya, kecuali di ruas Muara Badak, dimana konsentrasi Pb di bagian hilirnya sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi di bagian hulunya, diakibatkan aliran atau debit air sungai.

Hasil penelitian ini tidak dapat digunakan untuk menyatakan bahwa sumber pencemaran timbal (Pb) semata-mata hanyalah dari udara (inhalasi/bernafas), namun diantaranya dapat juga dari makanan dan air minum yang secara kontinyu dikonsumsi. Hal ini sangat berkaitan erat dengan berbagai kegiatan yang ada di lingkungan dan kebiasaan hidup penduduk setempat.

Walaupun kandungan timbal (Pb) pada air PDAM telah melewati nilai ambang batas namun masyarakat Samarinda masih menggunakannya dikarenakan kepercayaan yang penuh kepada PDAM Samarinda, dan ketidaktahuan mereka akan kandungan timbal (Pb) yang masih terdeteksi pada air yang dihasilkannya.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian di lapangan dan hasil analisis laboratorium yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kualitas logam berat timbal (Pb) di intake air baku sebagai sumber baku sungai mahakam dalam sistem pengolahan PDAM Kota Samarinda adalah sebagai berikut :
  - a. IPA Bendang sebesar  $< 0,001$  mg/L
  - b. IPA Loa Bakung sebesar  $0,863$  mg/L
  - c. IPA Gn. Lipan sebesar  $0,731$  mg/L, dan
  - d. IPA Cendana sebesar  $0,833$  mg/L.
2. Kelengkapan treatment di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM Kota Samarinda adalah sebagai berikut :
  - a. IPA Bendang tidak lengkap
  - b. IPA Loa Bakung tidak lengkap
  - c. IPA Gn. Lipan lengkap, dan
  - d. IPA Cendana tidak lengkap
3. Pengaruh treatment Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM terhadap efektivitas reduksi logam berat timbal (Pb) sumber baku sungai mahakam dalam sistem pengolahan PDAM Kota

Samarinda pada tahun 2012 dapat dilihat pertahapannya, sebagai berikut :

- a. Pada bak koagulasi dengan nilai  $p_{value}$  sebesar 0,108 yang artinya tidak ada pengaruh.
  - b. Pada bak flokulasi dengan nilai  $p_{value}$  sebesar 0,017 yang artinya ada pengaruh.
  - c. Pada bak sedimentasi dengan nilai  $p_{value}$  sebesar 0,061 yang artinya tidak ada pengaruh.
  - d. Pada bak filter dengan nilai  $p_{value}$  sebesar 0,067 yang artinya tidak ada pengaruh.
  - e. Pada bak reservoir dengan nilai  $p_{value}$  sebesar 0,060 yang artinya tidak ada pengaruh.
4. Pada kelengkapan treatment terhadap efektivitas reduksi logam berat timbal (Pb) sumber baku sungai mahakam dalam sistem pengolahan PDAM Kota Samarinda pada tahun 2012 dengan nilai  $p_{value}$  sebesar 0,826 yang artinya tidak ada pengaruh.

## **B. Saran**

1. Dengan terdeteksinya logam berat timbal (Pb) pada air Sungai Mahakam yang merupakan sumber baku air PDAM Kota Samarinda maka perlu dilakukan tindakan penanggulangan dan pencegahan untuk mengurangi laju pencemaran air seperti halnya untuk pihak industri yang membuang limbah ke sungai agar dapat melakukan pengolahan air limbah terlebih dahulu sehingga limbah

yang dihasilkan aman sebelum di buang ke sungai. Untuk kapal-kapal atau ponton agar memperhatikan tangki bahan bakar minyak (BBM) mereka untuk mencegah adanya kebocoran yang akan mengakibatkan BBM tersebut akan tumpah ke badan air. Serta untuk para pekerja bengkel untuk tidak membuang komponen bekas bengkel yang pada umumnya terbuat dari besi yang akan berkarat ke badan sungai.

2. Sebaiknya PDAM Kota Samarinda perlu melakukan peningkatan pengawasan air dengan melakukan pengujian logam berat timbal (Pb) pada air hasil olahan PDAM secara berkala untuk memonitoring tingkat bahaya timbal (Pb) karena air PDAM sebagian besar dikonsumsi oleh masyarakat Samarinda, selanjutnya hasil monitoring tersebut harus disampaikan kepada publik secara transparan. Dan agar PDAM dapat melakukan perencanaan ulang untuk unit kerja dari sistem Instalasi Pengolahan Air (IPA) mereka sehingga IPA akan bekerja secara maksimal dalam mengolah air PDAM dan tidak akan berdampak bagi kesehatan masyarakat Samarinda.
3. Pemantauan dari pihak Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Samarinda kepada PDAM Samarinda terhadap air hasil olahan PDAM yang mengharuskan air PDAM sesuai dengan Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 sebelum didistribusikan kepada masyarakat Samarinda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amsyari, F. 1996. *Prinsip-prinsip Masalah Pencemaran Lingkungan*. Ghalia Indonesia : Surabaya.
- Andryni, Chesti. 2001. *Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Minum Terhadap Penurunan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Di PDAM Kota Semarang*. FKM UNDIP : Semarang. <http://repository.undip.ac.id>. Diakses pada tanggal 11 Oktober 2012.
- Azwar, Asrul. 1990. *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. PT. Mutiara : Jakarta.
- Darmasetiawan, Martin. 2001. *Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air*. Yayasan Suryono : Bandung.
- Diponegoro, Wardan, M. 1997. *Padi Bengawan Solo Mengandung Logam Berat*. Kompas. 1 Desember 1998. Jakarta. <http://rimanews.com>. Diakses pada tanggal 4 Januari 2012.
- Djafar, Hasyim. 2000. *Penyediaan Air Bersih*. FKM UNHAS : Makassar. <http://repository.unhas.ac.id>. Diakses pada tanggal 4 Januari 2012.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius : Yogyakarta.
- Fardiaz, 2002. *Polusi Air dan Udara*. Diterbitkan dalam Rangka Kerja Sama dengan Pusat. Kanisius : Yogyakarta.
- Fitriana. 2003. *Studi Kinerja PDAM Tirta Daroy Banda Aceh – Nanggroe Aceh Darussalam (NAD) berdasarkan Kualitas Air Olahan Secara Fisika, Kimia, Bakteriologi Dan Sarana yang Tersedia*. FKM USU : Medan. <http://repository.usu.ac.id>. Diakses pada tanggal 4 Januari 2012.
- Hanum, Farida. 2002. *Proses Pengolahan Air Sungai Untuk Keperluan Air Minum*. FT USU : Medan. <http://repository.usu.ac.id>. Diakses pada tanggal 11 Oktober 2012.
- Hardyanti, Nurandani. 2006. *Studi Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Bersih Untuk Kebutuhan Domestik Dan Non Domestik (Studi Kasus Perusahaan Tekstil Bawen Kabupaten Semarang)*. Program Studi Teknik Lingkungan FT UNDIP. <http://repository.undip.ac.id>. Diakses pada tanggal 11 Oktober 2012.

- Kementerian Lingkungan Hidup bekerjasama dengan Badan Lingkungan Hidup Provinsi Kalimantan Timur. *Laporan Pemantauan Kualitas Air Sungai Mahakam Tahun 2011*. 2011. Samarinda.
- Kusnoputranto. H. 1997. *Air Limbah dan Ekskreta Manusia*. Dirjen Pendidikan Tinggi DEPDIKBUD. <http://pustaka.pu.go.id>. Diakses pada tanggal 4 Januari.2012.
- Lubis, Erwansyah. 2006. *Pelacakan Sumber Pencemaran Timbal (Pb) di Serpong*. Artikel Buletin Limbah Vol. 10 No.2. Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-BATAN. <http://jurnal.sttn-batan.ac.id>. Diakses pada tanggal 11 Oktober 2012.
- Mukono, 2006. *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan*. AirLangga University Press : Surabaya.
- Naria, Evi. 2005. *Mewaspadai Dampak Bahan Pencemar Timbal (Pb) di Lingkungan Terhadap Kesehatan*. Jurnal Komunikasi Penelitian Vol 17 (4) 2005. Bagian Kesehatan Lingkungan. FKM USU : Medan. <http://repository.usu.ac.id>. Diakses pada tanggal 4 Januari 2012.
- Narita, Kadek, dkk. 2011. *Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Penentuan Dosis Tawas Pada Proses Koagulasi Sistem Pengolahan Air Bersih*. Jurusan Teknik Fisika. Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Sepuluh November. <http://digilib.its.ac.id>. Diakses pada tanggal 4 Januari 2012.
- Notoatmodjo, Soekidjo. 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Rineka Cipta : Jakarta.
- Palar, Heryando. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta : Jakarta.
- Peraturan Pemerintah RI No. 20/1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air*. 1990. Jakarta.
- Permenkes RI No. 416/MENKES/Per/IX/1990 Tentang Syarat-syarat Kualitas Air Bersih*. Tanggal 3 September 1990. Jakarta
- Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. 2010. Jakarta
- Putra, Eka Adi. 2002. *Analisis Limbah Industri Logam Terhadap kualitas Air sungai Deli (Ditinjau Dari Aspek Fisik dan Kimia)*. FKM USU : Medan. <http://repository.usu.ac.id>. Diakses pada tanggal 4 Januari 2012.

- Rahman, H.A. 2007. *Suatu Tinjauan Terhadap Isu Pencemaran Sungai di Malaysia*. Universitas Sains Malaysia. <http://perpustakaan.menlh.go.id>. Diakses pada tanggal 4 Januari 2012.
- Rusli, M. 2005. *Analisa Merkuri (Hg) Air Sungai Muara Batung Oleh Limbah Merkuri (Hg) Akibat penambangan Emas Tradisional Di Desa Muara Botung Kecamatan Kotanopan Kabupaten Mandailing Natal Tahun 2005*. FKM USU : Medan. <http://repository.usu.ac.id>. Diakses pada tanggal 4 Januari 2012.
- Said, Nusa Idaman dan Ruliasih. 2006. *Pengolahan Air Sungai Skala Rumah Tangga Secara Kontinyu*. BPPT Press : Jakarta. <http://ejurnal.bppt.go.id>. Diakses pada tanggal 11 Oktober 2012.
- Sari, R. Yosi Aprian. 2007. *Teknik Pengolahan Limbah Elektroplating dengan Pemanfaatan Kembali Limbah Elektroplating*. FMIPA UNY : Yogyakarta. <http://seminar.uny.ac.id>. Diakses pada tanggal 11 Oktober 2012.
- Setiawan, Hendra. 2001. *Pengertian Pencemaran Air Dari Perspektif Hukum*. <http://www.menlh.go.id>. Diakses pada tanggal 11 April 2012.
- Siringoringo. M. U. 2006. *Analisa Kualitas Fisik, Mikrobiologis dan Sisa Chlor Air PDAM Tirta Nciho Kabupaten Dairi*. FKM USU : Medan. <http://repository.usu.ac.id>. Diakses pada tanggal 11 April 2012.
- Soemirat, J. 2003. *Toksikologi Lingkungan*. Gadjah Mada University Press : Jogjakarta.
- Standar Nasional Indonesia 6774:2008 Tentang Tata cara perencanaan unit paket instalasi pengolahan air*. 2008. Jakarta.
- Sujana, Alamsyah. 2007. *Alat penjernih Air untuk Rumah Tangga*. Kawan Pustaka : Jakarta.
- Sulasih, dkk. 2010. *Pembuatan Pengolah Limbah Cair Industri Kecil Pewarnaan Logam Dalam Upaya Pelestarian Lingkungan*. Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang : Semarang. <http://kimia.ft.pns.ac.id>. Diakses pada tanggal 11 Oktober 2012.
- Sumada, Ketut. 2006. *Kajian Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Elektroplating yang Efisien*. Jurnal Teknik Kimia Vol 1, No. 1. Fakultas Teknologi Industri. UPN 'Veteran' : Jawa Timur. <http://journal.upnjatim.ac.id>. Diakses pada tanggal 23 Oktober 2012.

- Suptijah, Pipih, dkk. 2008. *Pemurnian Air Sumur dengan Kitosan Melalui Tahapan Koagulasi dan Filtrasi*. Buletin Teknologi Hasil Perikanan. Institut Pertanian Bogor : Bogor. <http://repository.ipb.ac.id>. Diakses pada tanggal 11 Oktober 2012.
- Suratmo, G. F. 2002. *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. GajahMada UI Press : Yogyakarta.
- Suriawiria. U. 2005. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineka Cipta : Jakarta.
- Suruti, Moh. Rangga, dkk. 2008. *Perbandingan Efektifitas Klor dan Ozon sebagai Desinfektan pada Sampel Air dari Unit Filtrasi Instalasi PDAM Kota Bandung*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II, Universitas Lampung. <http://rapidlibrary.com>. Diakses pada tanggal 11 Oktober 2012.
- Susanto, Joko Prayitno, dkk. 2004. *Pengolahan Lindi (Leachate) dari TPA dengan Sistem Koagulasi – Biofilter Anaerobic*. Teknik Lingkungan-P3TL - BPPT. 5 : (3) : 167 – 173 : Yogyakarta. <http://seminar.uny.ac.id>. Diakses pada tanggal 11 Oktober 2012.
- Sutapa, Ignasius D.A. 2008. *Kajian Jar Test Koagulasi-Flokulasi Sebagai Dasar Perancangan Instalasi Pengolahan Air Gambut (IPAG) menjadi Air Bersih*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Proses Kimia : Jakarta. <http://www.digilib.ui.ac.id>. Diakses pada tanggal 11 Oktober 2012.
- Sutrisno, Totok. 2006. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineka Cipta : Jakarta.
- Widiyanto, Tri. 2006. *Kajian Dinamika Sedimentasi dan Dampaknya Terhadap Integritas Ekologis Pada Daerah Mangrove dan Pesisir di Kalimantan Timur*. Pusat Penelitian Limnologi – Lipi : Cibinong. <http://www.borneonews.co.id>. Diakses pada tanggal 4 Januari 2012.
- Zamzami, Irma. 2006. *IPAM Skala Rumah Tangga Untuk Penghilangan Kekeuhan dan Ecoli*. ITS : Surabaya. <http://digilib.its.ac.id>. Diakses pada tanggal 11 Oktober 2012.

## LAMPIRAN 1

### LEMBAR OBSERVASI

(Berdasarkan Standar Nasional Indonesia 6774:2008 Tentang Tata Cara  
Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air)

---

Judul Penelitian : “Pengaruh Treatment Instalasi Pengolahan Air  
(IPA) PDAM Terhadap Efektifitas Reduksi Logam  
Berat Timbal (Pb) Sumber Baku Sungai Mahakam  
Dalam Sistem Pengolahan PDAM Kota Samarinda  
Tahun 2012”

#### IDENTITAS OBJEK PENELITIAN

(IR1.) No. Sampel :  
(IR2.) Nama Unit IPA :  
(IR3.) Tanggal berdiri Unit IPA :  
(IR4.) Alamat Unit IPA :

No	Objek Pengamatan	Kategori	
		Ya	Tidak
<b>A.</b>	<b>Intake Air Baku</b>		
1.	Pengadaan intake air baku		
2.	Periode pemeriksaan kualitas air (1 jam)		
<b>B.</b>	<b>Unit Prasedimentasi</b>		
1.	Pengadaan bak prasedimentasi		
2.	Waktu pengendapan (2 – 3 jam)		
3.	Periode pengeluaran lumpur endapan (12 – 24 jam)		
<b>C.</b>	<b>Unit Koagulasi</b>		
1.	Pengadaan bak koagulasi		
2.	Tipe pengadukan cepat Hidrolis/Mekanis		
3.	Waktu pengadukan (1 - 5 detik)		
4.	Gradien kecepatan (> 750 detik)		
5.	Pembubuhan koagulan <i>aluminium sulfat/poly aluminium chloride</i>		

## LAMPIRAN 1

6.	Dosis koagulan berdasarkan hasil percobaan jar test air baku		
7.	Pembubuhan koagulasi secara gravitasi/pemompaan		
8.	Bak koagulan dapat menampung larutan selama 24 jam		
9.	Terdiri dari 2 bak yaitu bak pengaduk manual dan bak pembubuh		
<b>D.</b>	<b>Unit Flokulasi</b>		
1.	Pengadaan bak flokulasi		
2.	Gradien kecepatan (100 – 10 /detik)		
3.	Waktu tinggal (20 – 100 menit)		
4.	Tahap flokulasi (1 buah)		
5.	Pengendalian energi (Kecepatan aliran air)		
6.	Kecepatan aliran max. (1,5 – 0,5 m/det)		
7.	Tinggi (2 – 4 m)		
<b>E.</b>	<b>Unit Sedimentasi</b>		
1.	Pengadaan bak sedimentasi		
2.	Beban permukaan (0,8 – 2,5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /jam)		
3.	Kedalaman (3 – 6 m)		
4.	Waktu tinggal (1,5 – 3 jam)		
5.	Lebar/panjang (> 1/5)		
6.	Beban pelimpah (< 11 m <sup>3</sup> /m/jam)		
7.	Bilangan reynold (< 2000)		
8.	Bilangan Fraude (> 10 <sup>-5</sup> )		
9.	Kemiringan dasar bak (45°- 60°)		
10.	Periode antar pengurasan lumpur (12 – 24 jam)		
11.	Kemiringan tube/plate (30°/ 60°)		
<b>E.</b>	<b>Unit Filtrasi</b>		
1.	Pengadaan bak filter		
2.	Jumlah bak saringan (N = 12)		
3.	Kecepatan penyaringan (6 – 11 m/jam)		
4.	Sistem pencucian (tanpa/dengan blower dan/atau surface wash)		

## LAMPIRAN 1

5.	Kecepatan pencucian (36 – 50 m/jam)		
6.	Lama pencucian ( 10 – 15 menit)		
7.	Periode antara dua pencucian (18 – 24 jam)		
8.	Ekspansi (30 – 50%)		
9.	Penggunaan media pasir		
10.	Tebal media pasir (300 – 700 mm)		
11.	Singel media (600 – 700)		
12.	Ukuran efektif, ES (0,3 – 0,7 mm)		
13.	Koefisien keseragaman, UC (1,2 – 1,4)		
14.	Berat jenis (2,5 – 2,65 kg/dm <sup>3</sup> )		
15.	Porositas (0,4)		
16.	Kadar Sio <sub>2</sub> (> 95%)		
17.	Pengadaan filter botom/dasar saringan		
18.	Lapisan penyangga filter botom dari atas ke bawah : a.Kedalaman ( 80 – 100 mm) Ukuran butir (2 – 5 mm) b.Kedalaman ( 80 – 100 mm) Ukuran butir (5 – 10 mm) c.Kedalaman ( 80 – 100 mm) Ukuran butir (10 – 15 mm) d.Kedalaman ( 80 – 100 mm) Ukuran butir (15 – 30 mm)		
19.	Pengadaan filter nozel		
20.	Lebar slot nozel (< 0,5 mm)		
21.	Prosentase luas slot nozel terhadap luas filter (> 4%)		
<b>F.</b>	<b>Unit Desinfeksi</b>		
1.	Pengadaan bak desinfeksi		
2.	Pemberian desinfektan		
3.	Pembubuhan desinfektan secara kontiniu		
4.	Pembubuhan desinfektan secara		

## LAMPIRAN 1

	gravitasi/mechanis		
5.	Dosis klor berdasarkan dpc		
6.	Terdiri dari 2 bak yaitu bak pengaduk manual dan bak pembunuh		
7.	Peralatan pengamanan kebocoran dan penyerapan gas klor		



## LAMPIRAN 5

### Master Bivariat Uji Paired t-Test

No.	Lokasi	Kadar Timbal (Pb)				
	IPA	Intake Air Baku	Koagulasi	Sedimentasi	Filter	Reservoir
1.	Bendang	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
2.	Loa Bakung	0.863	0.677	0.313	0.311	0.197
3.	Gn. Lipan	0.731	0.633	0.187	0.132	0.001
4.	Cendana	0.833	0.527	0.157	0.001	0.001

No.	Lokasi	Kadar Timbal (Pb)	
	IPA	Intake Air Baku	Flokulasi
1.	Loa Bakung	0.863	0.504
2.	Gn. Lipan	0.731	0.233
3.	Cendana	0.833	0.505

Ket : Dilakukan hanya pada 3 IPA



### Master Hasil Lembar Observasi

IR1	IR2	IR3	IR4	A1	A2	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
1	IPA Bendang	Agustus 2005	Jl. Pusaka Loa Bahu	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1
2	IPA Loa Bakung	Juli 2011	Jl. Mas Mansyur	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0
3	IPA Gn. Lipan	Februari 2010	Jl. Dr. Cipto Mangunkusumo	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
4	IPA Cendana	Oktober 200	Jl. Cendana	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0

C9	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	F1	F2	F3	F4	F5	F6
1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0
0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1
0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1

F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	H	
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	42
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	47
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	48
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	48

Ket : 1 = Ya                      0 = Tidak  
 A = Intake Air Baku        E = Sedimentasi  
 B = Prasedimentasi        F = Filter  
 C = Koagulasi                G = Reservoir  
 D = Flokulasi                 H = Total Skor

### Master Bivariat Uji Regresi Linear

No.	Lokasi	Kadar Timbal (Pb)	Skor Observasi
1.	IPA Bendang	0.001	42
2.	IPA Loa Bakung	0.197	47
3.	IPA Gn. Lipan	0.001	48
4.	IPA Cendana	0.001	48

## LAMPIRAN OUTPUT SPSS

### 1. Analisis Bivariat

#### a. Pengaruh Treatment terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM

##### 1) Pengaruh Koagulasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM

**Paired Samples Statistics**

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Hasil Analisis Laboratorium di Intake Air Baku	.60700	4	.407931	.203966
Hasil Analisis Laboratorium di Koagulasi	.45950	4	.312083	.156041

**Paired Samples Correlations**

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Hasil Analisis Laboratorium di Intake Air Baku & Hasil Analisis Laboratorium di Koagulasi	4	.970	.030

##### 2) Pengaruh Fkolulasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM

**Paired Samples Test**

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Hasil Analisis Laboratorium di Intake Air Baku - Hasil Analisis Laboratorium di Koagulasi	.147500	.130142	.065071	-.059585	.354585	2.267	3	.108

**Paired Samples Statistics**

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Hasil Analisis Laboratorium di Intake Air Baku	.80900	3	.069195	.039950
Hasil Analisis Laboratorium di Flokulasi	.41400	3	.156751	.090500

**Paired Samples Correlations**

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Hasil Analisis Laboratorium di Intake Air Baku & Hasil Analisis Laboratorium di Flokulasi	3	.976	.141

**Paired Samples Test**

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Hasil Analisis Laboratorium di Intake Air Baku - Hasil Analisis Laboratorium di Flokulasi	.395000	.090537	.052272	.170093	.619907	7.557	2	.017

**3) Pengaruh Sedimentasi terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM**

**Paired Samples Statistics**

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Hasil Analisis Laboratorium di Intake Air Baku	.60700	4	.407931	.203966
Hasil Analisis Laboratorium di Sedimentasi	.16450	4	.128254	.064127

**Paired Samples Correlations**

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Hasil Analisis Laboratorium di Intake Air Baku & Hasil Analisis Laboratorium di Sedimentasi	4	.880	.120

**Paired Samples Test**

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Hasil Analisis Laboratorium di Intake Air Baku - Hasil Analisis Laboratorium di Sedimentasi	.442500	.301213	.150606	-.036796	.921796	2.938	3	.061

**4) Pengaruh Filter terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM**

**Paired Samples Statistics**

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Hasil Analisis Laboratorium di Intake Air Baku	.60700	4	.407931	.203966
Hasil Analisis Laboratorium di Filter	.11125	4	.146789	.073394

**Paired Samples Correlations**

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Hasil Analisis Laboratorium di Intake Air Baku & Hasil Analisis Laboratorium di Filter	4	.532	.468

**Paired Samples Test**

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Hasil Analisis Laboratorium di Intake Air Baku - Hasil Analisis Laboratorium di Filter	.495750	.352447	.176224	-.065072	1.056572	2.813	3	.067

**5) Pengaruh Reservoir terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM**

**Paired Samples Statistics**

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Hasil Analisis Laboratorium di Intake Air Baku	.60700	4	.407931	.203966
Hasil Analisis Laboratorium di Reservoir	.05000	4	.098000	.049000

**Paired Samples Correlations**

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Hasil Analisis Laboratorium di Intake Air Baku & Hasil Analisis Laboratorium di Reservoir	4	.418	.582

**Paired Samples Test**

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Hasil Analisis Laboratorium di Intake Air Baku - Hasil Analisis Laboratorium di Reservoir	.557000	.377573	.188786	-.043803	1.157803	2.950	3	.060

**b. Pengaruh Kelengkapan Treatment terhadap Efektivitas Reduksi Timbal (Pb) di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PDAM**

**Variables Entered/Removed<sup>b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Total Skor Lembar Observasi <sup>a</sup>		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Kadar timbal (Pb) di Reservoir

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.174 <sup>a</sup>	.030	-.455	.118192

a. Predictors: (Constant), Total Skor Lembar Observasi

**ANOVA<sup>b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.001	1	.001	.062	.826 <sup>a</sup>
	Residual	.028	2	.014		
	Total	.029	3			

a. Predictors: (Constant), Total Skor Lembar Observasi

b. Dependent Variable: Kadar timbal (Pb) di Reservoir

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-.225	1.100		-.204	.857
	Total Skor Lembar Observasi	.006	.024	.174	.250	.826

a. Dependent Variable: Kadar timbal (Pb) di Reservoir

## LAMPIRAN 7

### Dokumentasi



Lampiran 7.1 Alat Water Sampling



Lampiran 7.2 AAS (*Atomic Absorbance Spectrophotometer*)



Lampiran 7.3 Intake Air Baku IPA Bendang di Loa Kulu



Lampiran 7.4 Bak Prasedimentasi di IPA Gn. Lipan



Lampiran 7.5 Bak Koagulasi di IPA Gn. Lipan PDAM



Lampiran 7.6 Bak Flokulasi di IPA Gn. Lipan PDAM



Lampiran 7.7 Bak Sedimentasi di IPA Cendana PDAM



Lampiran 7.8 Bak Filter di IPA Gn. Lipan PDAM



Lampiran 7.9 Bak Reservoir di IPA Cendana PDAM



Lampiran 7.10 Instalasi Pengolahan Air (IPA) Gn. Lipan PDAM



Lampiran 7.11 Foto bersama pegawai PDAM di IPA Bendang Loa Bahu