SKRIPSI

FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KEBERADAAN SISA KLORIN PADA JARINGAN DISTRIBUSI AIR MINUM IPA CILENG PDAM LAWU TIRTA MAGETAN

Oleh :

DESI RATNA SARI

NIM : 201403055

PEMINATAN KESEHATAN LINGKUNGAN

PRODI KESEHATAN MASYARAKAT

STIKES BHAKTI HUSADA MULIA MADIUN

2018

SKRIPSI

FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KEBERADAAN SISA KLORIN PADA JARINGAN DISTRIBUSI AIR MINUM IPA CILENG PDAM LAWU TIRTA MAGETAN

Diajukan untuk memenuhi
Salah satu persyaratan dalam mencapai gelar
Sarjana Kesehatan Masyarakat (S.KM)

Oleh :

DESI RATNA SARI

NIM : 201403055

PEMINATAN KESEHATAN LINGKUNGAN

PRODI KESEHATAN MASYARAKAT

STIKES BHAKTI HUSADA MULIA MADIUN

2018

PERSETUJUAN

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing dan telah dinyatakan layak mengikuti ujian sidang

SKRIPSI

FAKTOR - FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KEBERADAAN SISA KLORIN PADA JARINGAN DISTRIBUSI AIR MINUM IPA CILENG PDAM LAWU TIRTA MAGETAN

Menyetujui,	Menyetujui,
Pembimbing I	Pembimbing II
Avicena Sakufa Marsanti, S.KM., M.Kes	Cholik Harun R. M.Kes
NIS. 20150114	NIS. 20050006

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 KesehatanMasyarakat

Avicena Sakufa Marsanti, S.KM.,M.Kes
NIS. 20150114

PENGESAHAN

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan telah memenuhi sebagai syarat memperoleh gelar
Sarjan Kesehatan Masyarakat (S.KM)

Pada Tanggal : 5 September 2018

Dewan Penguji

1. Dewan Penguji : Beny Suyanto, S.Pd.,M.Si (.....)
2. Penguji I : Avicena Sakufa M.,S.KM.,M.Kes (.....)
3. Penguji II : Cholik Harun R., M.Kes (.....)

Mengesahkan,

Ketua STIKES Bhakti Husada Mulia Madiun

Zaenal Abidin, S.KM., M.Kes (Epid)
NIS. 20160130

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Desi Ratna Sari

NIM : 201403055

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil dari pekerjaan saya sendiri dan di dalamnya tidak terdapat karya yang pernah diajukan dalam memperoleh gelar sarjana disuatu perguruan tinggi dan lembaga pendidikan lainnya. Pengetahuan yang diperoleh dari hasil penelitian baik yang sudah maupun belum/tidak dipublikasikan sebelumnya, dijelaskan dan daftar pustaka.

Madiun , 3 Juni 2018

METERAI TEMPEL

8CDEAAFF139518239

6000

ENAM RIBU RUPIAH

Desi Ratna Sari

LEMBAR PERSEMBAHAN

Sebelumnya saya mengucakan syukur Alhamdullilah atas rahmat dan ridho dari Allah SWT skripsi ini dapat terselesaikan. Tidak ada perjuangan apapun yang penulis berikan apabila tidak mendapat ridho dari Allah SWT, dan mungkin skripsi ini tidak dapat terselesaikan.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua Orang Tua saya, Bapak dan Ibu yang selalu mendukung anaknya baik moril ataupun materiil yang disertai dengan Do'a kepada Allah SWT dalam terselesaikan Tugas Akhir ini.
2. Dosen pembimbing skripsi Avicena Sakufa M.,S.KM.,M.Kes dan Cholik Harun R., M.Kes yang telah setia membimbing semuanya hingga terselesaikan skripsi ini.
3. Semua mahasiswa STIKES Bhakti Husada Mulia Madiun Program Studi Kesehatan Masyarakat Angkatan 2014 yang bersama-sama bahu membahu saling membantu demi terselesaikan skripsi ini.
4. Untuk semua teman dekat, yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu terimakasih untuk segala support, motivasi, dan bantuannya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama	: Desi Ratna Sari
Jenis Kelamin	: Perempuan
Tempat dan Tanggal Lahir	: Magetan,25 Mei 1996
Agama	: Islam
Alamat	: Ds. Bulu RT. 01 RW. 02 Kecamatan Sukomoro Kabupaten Magetan
Riwayat Pendidikan	:

1. TK Dharma Wanita Desa Bulu 2001-2002
2. SDN Bulu 2 Kecamatan Sukomoro 2002-2008
3. SMPN 1 Sukomoro Kabupaten Magetan 2008-2011
4. SMAN 1 Sukomoro Kabupaten Magetan 2011-2014
5. STIKES Bhakti Husada Mulia Madiun 2014-2018

Program Studi Kesehatan Masyarakat
Stikes Bhakti Husada Mulia Madiun 2018

ABSTRAK

DESI RATNA SARI

FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KEBERADAAN SISA KLORIN PADA JARINGAN DISTRIBUSI IPA CILENG PDAM LAWU TIRTA MAGETAN.

98 halaman + 10 tabel + 3 gambar + 5 lampiran

Latar belakang : Sisa Klor pada distribusi air perlu diperhatikan karena klor berfungsi untuk membunuh mikroba dalam air. Jika sisa klor tidak sesuai baku Permenkes RI 736/Menkes/PER/VI/2010 sebesar 0,2 – 0,5 mg/l maka daya kerja klor akan melemah sehingga dapat menyebabkan *waterborne diseases.* Rata-rata sisa klor distribusi IPA Cileng belum memenuhi baku mutu yaitu hanya 0,175 mg/l. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui faktor-faktor yang berhubungan dengan keberadaan sisa klor pada distribusi air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

Metode: Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei analitik dengan pendekatan *cross sectional.* Jumlah populasi dalam penelitian ini adalah sejumlah 51 pelanggan dari BTA Ngaglik, dengan jumlah sampel sebanyak 45 dari distribusi air minum IPA Cileng. Analisis data yang digunakan adalah analisis univariate dan bivariate menggunakan *Korelasi Pearson.*

Hasil: Hasil penelitian menunjukan bahwa ada hubungan yang kuat antara sisa klor dengan pH air distribusi IPA Cileng, bahwa semakin besar nilai pH maka sisa klor akan semakin kecil dengan nilai p=0,000 dan nilai r= - 0,886. Terdapat hubungan antara sisa klor dengan kekeruhan dengan kekuatan korelasi yang lemah yaitu nilai p=0,024 dan dengan nilai r = -0,336, menunjukan bahwa semakin keruh air maka sisa klor akan semakin kecil. Serta terdapat hubungan yang kuat antara jarak distribusi dengan sisa klor, menunjukan bahwa semakin jauh jarak distribusi maka sisa klor akan semakin kecil dengan nilai p=0,000 dengan niali r=-0,731.

Kesimpulan dan saran: Berdasarkan penelitian tersebut maka disarankan untuk melakukan penginjeksian klor ulang pada jarak 4,25 km dari IPA Cileng, serta untuk selalu memperhatikan kualitas air distribusi khusunya pH dan kekeruhan air.

Kata Kunci: Sisa klor,pH, jaringan distribusi, dan jarak.
Kepustakaan: 39 (2002-2017)

Public Health Department
Stikes Bhakti Husada Mulia of Madiun 2018

ABSTRACT

DESI RATNA SARI

THE ASSOCIATED FACTORS TO THE PRESENCES OF RESIDUAL OF CHLORINE IN THE SYSTEM OF DISTRIBUTION IN IPA CILENG PDAM LAWU TIRTA MAGETAN.
98 pages + 10 tables + 3 pictures + 5 appendixes

Background: *The remaining chlorine in the distribution of water needs to be considered because chlorine functions to kill microbes in water. If the remaining chlorine is not in accordance with the standard quality of Permenkes RI 736/Menkes/PER/VI/2010 of 0,2 – 0,5 mg/l then the working power chlorine will weaken so that it can cause water borne diseases. The average residual chlorine distribution in the IPACileng has not meet the quality standard, which is only 0,175 mg/l. The purpose of this research was to determine the factors associated with the presence of residual chlorine in the water distribution of the IPA Cileng of PDAM Lawu Tirta Magetan.*

The method: *The kind of this research was analytical survey used cross sectional study. The population of this research was 51 customers from BTA Ngaglik, and total samples of this research were 45 from the distribution water of IPA Cileng. The data analysis of this research was univariate and bivariate analysis used Pearson Correlation test.*

The results: *The result showed that there was associated on the residual of chlorine and the water pH of distribution in IPA Cileng, means that the greater of pH value, the residual of chlorine would be smaller p=0,000 and r= - 0,886. There was associated on the residual of chlorine on turbidity with the strength of a weak correlation that p=0,024 and r = -0,336, showed that the more turbid the water, the residual of chlorine would be smaller. The strong associated between the distance of distribution on the residual of chlorine, showed that the farther distance of distribution and the residual of chlorine would be smaller p=0,000 and r=-0,731.*

Discus and Conclusion: *Based on this research it was suggested to re-inject chlorine at a distance of 4, 25 km from IPA Cileng, and always to notice about the quality of distribution water, pH and water turbidity especially.*

Keywords: Residual of chlorine, pH, system of distribution and distance
Literature: 39 (2002-2017)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul “Faktor-faktor yang Berhubungan Dengan Keberadaan Sisa Klorin Pada Jaringan Distribusi Air Minum IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan”.Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan jenjang Sarjana di Prodi Kesehatan Masyarakat STIKES Bhakti Husada Mulia Madiun.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu proses penulisan ini :

1. Bapak Zaenal Abidin, S.KM., M.Kes (Epid), selaku Ketua STIKES Bhakti Husada Mulia Madiun.
2. Ibu Avicena Sakufa Marsanti, S.KM.,M.Kes, selaku Ketua Prodi S1 Kesehatan Masyarakat STIKES Bhakti Husada Mulia Madiun sekaligus sebagai Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Cholik Harun R., M.Kes selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Beny Suyanto S.Pd., M.Si, selaku Ketua Dewan Penguji dalam skripsi ini.
5. Seluruh direksi PDAM Lawu Tirta Magetan yang telah mengizinkan saya untuk melakukan penelitian dan meluangkan waktu untuk membantu dan membimbing selama penelitian.

6. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, peneliti ucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, berbagai saran, tanggapan dan kritik yang bersifat membangun senantiasa penulis harapkan demi kesempurnaan proposal penelitian ini.

Penulis juga berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis serta orang-orang yang peduli dengan dunia kesehatan masyarakat padak hususnya.

Madiun, 27 Juni2018

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Sampul Dalam ii
Lembar Persetujuan iii
Lembar Pengesahan iv
Halaman Pernyataan v
Halaman Persembahan vi
Daftar Riwayat Hidup vii
Abstrak viii
Abstract ix
Kata Pengantar x
Daftar Isi xii
Daftar Tabel xv
Daftar Gambar xvi
Daftar Lampiran xvii
BAB 1 PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 9
1.3 Tujuan Penelitin
1.3.1 Tujuan Umum 9
1.3.2 Tujuan Khusus 9
1.4 Manfaat Penelitian 10
1.5 Keaslian Penelitian 11
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Air 14
2.2 Sumber Air 16
2.2.1 Air Angkasa 16
2.2.2 Air Permukaan 18
2.2.4 Air Tanah 19
2.2.4 Mata Air 20
2.3 Pengertian Air Minum 20
2.4 Pesyatan Persediaan Air Minum 21
2.4.1 Persyaratan Kualitatif 21
2.4.2 Persyaratan Kuantitatif 26
2.4.3 Persyaratan Kontinuitas 26
2.5 Proses Pengolahan Air 26
2.6 Instalasi Pengolahan Pengolana Air Minum 29
2.7 Desinfeksi 32
2.8 Klorinasi 33
2.8.1 Metode Klorinasi 34
2.8.2 Kegunaan Klorin 35
2.8.3 Cara Kerja Klorin 36
2.8.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Klorinasi 37
2.8.5 Sifat-sifat Klor 40
2.8.6 Dampak Klorinasi 42
2.8.7 Pemeriksaan Konsentrasi Klorin 43

2.9 Sistem Distribusi 44
2.10 KerangkaTeori 47
BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS
3.1 Kerangka Konseptual 50
3.2 Hipotesa Penelitian 51
BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN
4.1 Desain Penelitian 52
4.2 Populasi dan Sampel 53
4.2.1 Populasi 53
4.2.2 Sampel 53
4.3 Teknik Sampling 55
4.4 Kerangka Kerja Penelitian 55
4.5 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional 57
4.5.1 Variabel Penelitian 57
4.5.2 Definisi Operasional 57
4.6 Instrumen Penelitian 60
4.7 Lokasi dan Waktu Penelitian 60
4.7.1. Lokasi Penelitian 60
4.7.2. Waktu Penelitian 60
4.8 Prosedur Pengumpulan Data 61
4.8.1. Cara Pengumpulan Data 61
4.8.2. Jenis Data 65
4.9 Teknik Analisis Data 65
4.9.1. Teknik Analisis Data 65
4.9.2. Analisis Data 66
4.10 Etika Penelitian 78
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN
5.1 Gambaran Umum 70
5.2 Hasil Penelitian 72
5.3 Pembahasan 81
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN
6.1 Kesimpulan 95
6.2 Saran 96
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Keaslian Penelitian..... 12
Tabel2.1 Jenis dan Sifat Bahan Desinfeksi 35
Table 4.1 Definisi Operasional 59
Table 4.2 Rencana Kegiatan 60
Tabel 5.1 Hasil Pengukuran 72
Tabel 5.2 Variabel yang diteliti..... 74
Tabel 5.3 Uji Normalitas data 76
Tabel 5.4 Hubungan pH dengan sisa klor 77
Tabel 5.5 Hubungan Kekeruhan dengan sisa klor 79
Tabel 5.6 Hubungan jarak dengan sisa klor 80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Kerangka Teori Penelitian..... 39
Gambar 2 Kerangka KonseptualPenelitian 50
Gambar 3 Kerangka Kerja Penelitian 56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Penjelasan Penelitian
Lampiran 2 Lembar Persetujuan Tertulis Setelah Penjelas (*Informed Concent*)
Lampiran 3 Lembar Observasi
Lampiran 4 Gambar Peta Jaringan
Lampiran 5 Surat Ijin Penelitian
Lampiran 6 Surat Keterangan selesai Penelitian
Lampiran 7 Hasil Output SPSS
Lampiran8 Lembar Konsultasi
Lampiran 9 Dokomentasi Penelitian

DAFTAR SINGKATAN

MDG's	: *Millenium Development Goals*
WHO	: *World Health Organization*
IPA	: Intalasi Pengolah Air
PDAM	: Perusahaan Daerah Air Minum
BTA	: Bak Tampung Air
SPSS	: *Ststistical Product and Service*
NTU	: *Nephelometric Turbidity Unit*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Air bersih merupakan karunia Tuhan kepada manusia untuk sumber kehidupan. Air mutlak dibutuhkan untuk kelangsungan hidup dan memberikan manfaat untuk mewujudkan kesejahteraan bagi masyarakat. Keberadaan air bersih dan sehat untuk keperluan sehari-hari dan air minum yang dapat dikonsumsi masyarakat menjadi barang berharga dan semakin memerlukan perhatian khusus dari semua pihak yang terkait baik dari pemerintah maupun dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) (Novitri Astuti,2014).

Berdasarkan data Kantor Utusan Khusus Presiden Republik Indonesia (KUKPRI) tahun 2010 sebanyak 54,9 % penduduk Indonesia tidak memiliki akses air bersih dan 44,5 % masyarakat tidak memiliki akses sanitasi dasar. Data terakhir menyebutkan 65% dari PDAM yang ada di Indonesia, saat ini berada dalam kondisi kritis dan tidak sehat. Potensi air baku yang terbatas dan kualitas air yang cenderung menurun, banyak di akibatkan oleh pencemaran dan alih fungsi lahan yang tidak terkendali.

Akses air yang tidak bersih memberikan efek pada berbagai bidang, utamanya pada bidang ekonomi dan bidang kesehatan. Krisis air bersih memberikan dampak pada bidang ekonomi. Kondisi sumber air yang semakin parah karena adanya pencemaran dan limbah maka diperlukan pengolahan dan perawatan jaringan untuk menghasilkan air

bersih. Pengolahan dan pemeliharaan jaringan memerlukan biaya yang relatif besar, sehingga meningkatkan harga jual air bersih. Dengan kondisi yang seperti ini maka masyarakat yang memiliki banyak uang yang akan mendapat air bersih yang paling banyak. Masyarakat miskin akan makin sulit mendapatkan air sehingga banyak orang yang tidak mampu mendapatkan air bersih.

Sementara pada bidang kesehatan setidaknya ada 20-30 jenis penyakit yang disebabkan oleh mikroorganisme yang hidup dalam air. Penelitian WHO mengenai penyediaan air bersih dan sanitasi dalam kesehatan, mengemukakan beberapa penyakit seperti kolera, hepatitis, polimearitis, typoid, disentrin trachoma, scabies, malaria, yellow fever dan penyakit cacingan. Pada tahun 2000 setidaknya terdapat 2,2 juta kematian karena sanitasi air yang rendah. Di Indonesia terdapat empat dampak kesehatan besar disebabkan oleh pengelolaan air dan sanitasi yang buruk, yaitu diare, tipus, polio dan cacingan (Damaruta, 2014).

Kabupaten Magetan merupakan Kabupaten yang terletak di ujung barat Propinsi Jawa Timur, dengan posisi berada pada 7°38’80” Lintang Selatan dan 111°20’30” Bujur Timur, berada pada ketinggian antara 60-1.600 meter diatas permukaan laut. Menurut topografi wilayah Kabupaten Magetan terbagi menjadi dua wilayah yaitu wilayah pegunungan meliputi kecamatan Plaosan, Panekan, Poncol, Parang, Lembeyan dan sebagian wilayah Kecamatan Kawedanan, dan wilayah daratan rendah meliputi

Kecamatan Barat, Kartoharjo, Nguntoronadi, Maospati, Sukomoro, Karas, dan Ngariboyo (Profil Kesehatan Kabupaten Magetan, 2016).

Tingkat pelayanan air bersih di Kabupaten Magetan saat ini sebesar 44.64%, pelayanan dengan PDAM sebesar 34.87% dan Non PDAM sebesar 9.77%, yaitu diantaranya sebesar 4,58% menggunakan sumur gali dan 5,19% menggunakan mata air. Tingkat pelayanan air bersih Kabupaten Magetan masih belum memenuhi target MDG's 2015 yaitu sebesar 60.3%. Target perpipaan untuk perkotaan sebesar 47.39%, sedangkan perdesaan sebesar 19.76% (RISPAM PDAM Lawu Tirta, 2014)

PDAM Magetan memiliki beberapa sumber air baku yang berasal dari mata air yang berada dilereng gunung Lawu, serta pada tahun 2012 mulai memanfaatkan air permukaan khususnya air dari Waduk Gonggang. Hampir seluruh warga Kabupaten Magetan memanfaatkan air bersih dari PDAM Lawu Tirta Magetan untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari. Air dari Waduk Gonggang yang semula hanya digunakan untuk kebutuhan irigasi kemudian sebagian dimanfaatkan oleh PDAM untuk memenuhi kebutuhan air diwilayah Magetan Selatan yaitu Kecamatan Parang dan Lembeyan yang mana daerah tersebut sudah sejak lama dikenal sebagai daerah kering.

Sebelum adanya Waduk Gonggang kedua kecamatan tersebut mendapatkan pasokan air bersih dari PDAM melalui pengiriman air menggunakan tangki. Setelah PDAM memanfaatkan air permukaan dari Waduk Gonggang kemudian pada tahun yang sama didirikanlah Instalasi

Pengolahan Air (IPA) tepatnya berada di desa Cileng Kecamatan Poncol Magetan untuk mengolah air baku permukaan menjadi air minum untuk didistribusikan ke masyarakat khususnya Kecamatan Parang dan Kecamatan Lembeyan.

IPA Cileng merupakan satu-satunya tempat pengolahan air dari air baku permukaan menjadi air minum yang ada di PDAM Lawu Tirta Magetan. Sumber air baku yang digunakan PDAM lainya berasal dari sumber mata air dan sumur pompa yang mana dalam pendistribusianya tidak memerlukan pengolahan terlebih dahulu. Selain itu titik terjauh distribusi air dari IPA Cileng berada pada jarak yang relatif jauh serta pembubuhan klor (desinfektan) hanya dilakukan sekali pada bak tekahir pengolahan air.

Gangguan kesehatan bisa muncul akibat masih rendahnya pengawasan terhadap kualiats air minum yang dikonsumsi. Maka perlu dilakukan pengawasan terhadap kualitas air minum yang dikonsumsi, agar masyarakat terhindar dari gangguan kesehatan. Sebab bakteri pathogen kerap muncul pada daerah yang mempunyai sumber air kurang baik atau kondisi jaringan pipa yang sudah tercemar oleh bakteri pathogen (Benny Syahputra, 2012)

Desinfeksi adalah usaha untuk mematikan mikroorganisme yang masih tersisa dalam proses, terutama ditujukan kepada mikroorganisme yang pathogen. Untuk membunuh mikroorganisme bersifat pathogen yang terkandung didalam air, baik dari instalasi pengolahan atau yang masuk

dalam jaringan distribusi. Menurut Suyitno 2008 dalam Azhar Faudi 2012, ada beberapa faktor yang mempengaruhi desinfeksi, yaitu jenis desinfektan yang digunakan, dosis desinfektan, kekeruhan, suhu dan cahaya, kondisi dan jumlah mikroorganisme, kondisi air, serta pH. Sementara menurut Elma Sofia, dkk, (2015) faktor yang mempengaruhi kemampuan disenfeksi dalam membunuh mikroorganisme pathogen yaitu konsentrasi desinfektan, jenis desinfektan, waktu kontak, mikroorganisme, dan faktor lingkungan.

Di Indonesia desinfektan yang sering digunakan adalah senyawa klor yang berbentuk gas klor dan kaporit. Kemampuan dari desenfektan ini adalah menghilangkan bau, mematikan alga, mengoksidasi Fe sehingga konsentrasi Fe dalam air turun (Tri Joko, 2010). Di Indonesia persyaratan kualitas air minum berpedoman pada Permenkes RI 736/Menkes/PER/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum dan Permenkes RI Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Peraturan tersebut merupakan pedoman untuk masyarakat luas dengan mengingat bahwa air yang memenuhi syarat kesehatan mempunyai peranan penting dalam rangka pemeliharaan, perlindungan, dan mempertinggi derajat kesehatan masyarakat.

Pada prinsipnya peraturan tersebut memuat persyaratan kualitas air minum yang meliputi persyaratan fisik, kimia, mikrobiologi dan persyaratan radio aktif. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 736/Menkes/Per/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air

Minum menyebutkan bahwa secara umum nilai minimum sisa klor sebesar 0,142 mg/l dan nilai maksimum sisa klor sebesar 0,479 mg/l atau dibulatkan menjadi 0,2 – 0,5 mg/l. Sementara itu nilai maksimal sisa klor pada *outlet* reservoir adalah 1 mg/l dan 0,2 mg/l pada titik terjauh distribusi.

Hal ini perlu diperhatiakan karena jika sisa klor hanya 0,0 mg/l maka kemungkinan menyebabkan kemampuan desinfektan berkurang sehingga jumlah bakteri dapat berkembang dalam air dan mengakibatkan *waterborne diseases* pada masyarakat (Soemirat, 2002). Sedangkan jika sisa klor terlalu tinggi atau < 0,7 mg/l akan menyebabkan bau kaporit yang tajam serta bersifat karsinogenik dan toksik yang membahayakan kesehatan manusia yang mengkonsumsi air tersebut.

Berdasarkan hasil survai pendahuluan menyatakan bahwa pada rumah yang berada paling dekat dengan IPA Cileng yaitu pada jarak 1,6 km sisa klor sebesar 0,46 mg/l. Sementara pada jarak 3 km klor pada air hanya tersisa sebesar 0,1 yang mana angka tersebut tidak memenuhi baku mutu air minum, sehingga dapat menurunkan kemampuan membunuh bakteri dalam air. Dengan sisa klor yang hanya tersisa sebesar 0,1 mg/l setelah dilakukan pemeriksaan sampel MPN Coliform ternyata masih terdapat bakteri coliform pada air yang mana bakteri tersebut dapat mengakibatkan *waterborne diseases,* salah satunya yaitu penyakit diare.

Berdasarkan profil Puskesmas Parang dan Puskesmas Lembeyan penyakit diare secara turun temurun selalu menempati posisi 10 besar

penyakit di puskesmas tersebut, yang mana kedua kecamatan tersebut merupakan wilayah distribusi air dari IPA Cileng. Sementara itu pada jarak 6 km sisa klor sebesar 0,66 mg/l angka ini melebihi baku mutu air minum. Yang mana juga telah dijelaskan pada peraturan pemerintah PP No. 16 tahun 2005 yang mana menyatakan bahwa pada tahun 2010 jaringan air bersih harus menjadi jaringan air minum, maka jika air memiliki sisa klor yang melebihi nilai ambang batas jika air tersebut dikonsumsi masyarakat secara terus menerus dapat bersifat toksik atau karsinogenik dengan mencemari air sehingga dapat mengakibatkan *waterborne diseases*.

Mayoritas perpipaan yang digunakan untuk pendistribusian air dari IPA Cileng adalah dengan pipa jenis PVC. Pada penelitian lain yang menjelaskan tentang perbedaan kebutuhan klor pada pipa PVC dan pipa tembaga menyimpulkan bahwa pipa tembaga memerlukan dosis klorin lebih tinggi dari pipa PVC untuk mencapai desinfeksi yang efektif (Lehtola dkk, 2004). Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan pipa PVC lebih stabil dalam menyalurkan klor pada distribusi air minum.

Kualitas air merupakan standar bagi perusahaan air minum pada saat air meninggalkan instalasi pengolahan air minum (IPA). Namun kualitas air terkait dengan sisa klorin (desinfektan) dan ketika memasuki jaringan distribusi masih belum dapat perhatian yang baik, terlebih lagi setelah dikeluarkanya peraturan pemerintah (PP No. 16 tahun 2005) bahwa pada tahun 2010 jaringan air bersih harus menjadi jaringan air minum

(Azhar Faudi 2012). Maka perlu adanya upaya untuk mengetahuai sisa klor dari jaringan pipa menuju ke pelanggan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Asrydin (2012), penurunan kadar sisa klor bebas akan berkurang selama perjalanan air sampai ke konsumen. Hal itu disebabkan oleh daya kerja klor aktif selama perjalanan, kontak dengan mikroorganisme penyebab kontaminasi air dan jaringan pipa yang tidak efisien karena terjadi kehilangan air yang disebabkan oleh kebocoran. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Syahputra (2012), diketahui bahwa terdapat kecenderungan semakin jauh antara reservoir dengan konsumen, maka semakin kecil atau semakin sedikit sisa klor bebas.

Sisa klor pada jaringan distribusi harus sesuai dengan Permenkes RI 736/Menkes/PER/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air minum yang mana pada titik terjauh sisa klor harus tersisa sebesar 0,2 mg/l. Oleh karena itu proses pembubuhan klorin sebaiknya diukur berdasar nilai sisa klor pada jarak terjauh distribusi, jika sisa klor telah habis sebelum pada jarak terjauh distribusi maka dapat disiasati dengan penginjeksian klorin pada BTA terakhir. Selain itu dalam proses pengolahan air terkait dengan kekeruhan sebaiknya diperhatikan lebih lanjut agar kerja klorin tidak terhambat karena kekeruhan air yang masih tinggi.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, peneliti tetarik untuk melakukan penelitian mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi

keberadaan sisa klor pada jaringan distribusi air minum IPA Cileng berlokasi di Kecamatan Parang Kabupaten Magetan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah penelitian yaitu "faktor-faktor apa saja yang berhubungan dengan keberadaan sisa klorin pada air distribusi IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan?"

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahuai faktor-faktor yang berhubungan dengan keberadaan sisa klor pada pendistribusian air IPA Cileng ke pelanggan PDAM Lawu Tirta Magetan agar dapat meningkatkan kualitas air dan mencegah timbulnya penyakit akibat air (*waterborne diseases*) pada masyarakat.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mengukur sisa klorin pada saluran rumah pelanggan air minum distribusi IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan
2. Untuk mengukur pH air pada saluran rumah pelanggan air minum distribusi IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan
3. Untuk mengukur kekeruhan air pada saluran rumah pelanggan air minum distribusi IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan

4. Untuk menganalisis hubungan antara pH dengan sisa klorin pada saluran rumah pelanggan air minum distribusi IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan
5. Untuk menganalisis hubungan antara kekeruhan dengan sisa klorin pada saluran rumah pelanggan air minum distribusi IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.
6. Untuk menganalisis hubungan antara jarak rumah dengan sisa klorin pada saluran rumah pelanggan air minum distribusi IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan tentang kesehatan masyarakat dalam bidang lingkungan, terutama mengenai faktor-faktor yang berhubungan dengan keberadaan sisa klorin air distribusi IPACileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

1.4.2 Bagi instansi PDAM Lawu Tirta Magetan

Sebagai bahan rekomendasi bagi PDAM Lawu Tirta Magetan, dapat mengetahui sisa klorin yang dihasilkan setelah pendistribusian sesuai dengan baku mutu sehingga dapat meningkatkan kualitas pelayanan.

1.4.3 Bagi Masyarakat

Memeberikan informasi kepada masyarakat mengenai kualitas air PDAM terutama untuk desenfektan sehingga air dari PDAM tidak berbahaya dan menimbulkan penyakit.

1.4.4 Bagi Mahasiswa

Dapat menambah wawasan serta pengetahuan tentang instalasi pengelolaan air serta faktor-faktor yang memepengarui keberadaan sisa klorin pada jaringan distribusi air minum dari PDAM.

1.5 Keaslian Penelitian

Tabel 1.1 Keaslian Penelitian

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tempat Penelitian	Metode Penelitian	Variabel	Hasil Penelitian
1.	Reri Arfianaita, dkk. (2016)	Kajian kadar sisa klor di jaringan distribusi penyediaan air minum rayon 8 PDAM kora Padang	Wilayah otonomi pusat jaringan distribusi PDAM Kota Padang yaitu rayon 8	Cross sectional dengan pendekatatan kuantitatif	- Jarak - pH - Suhu - Kondisi jaringan pipa - Pola penyebaran sisa klor	1. Kadar sisa klor yang tersebar di jaringan distribusi air minum rayon 8 sebagian besar telah memenuhi baku mutu berdasarkan Permenkes RI No. 736 tahun 2010, yang berkisar antara 0,142-0,479 mg/l dan ada enam titik yang berada di bawah baku. 2. Kadar sisa klor semakin berkurang seiring dengan semakin

						bertambahnya nilai jarak, pH, dan suhu.
2.	Azhar Faudi (2012)	Pengeruh residu klor terhadap kualitas mikrobiologi pada jaringan distribusi air bersih IPA Cilandak	Jaringan distribusi IPA Cilandak	Observasional dengan desain *Cross Sectional*induktif dengan penelitian survai eksploratif.	- pH - Suhu - Total koliform - Fecal koliform - Kekeruhan - Total zat organik - Waktu - Jarak	1. Semakin besar jarak, semakin besar waktu, maka semakin kecilkinsentrasi klor bebas dalam air. 2. Total koliform tidak mempunyai hubungan langsung dengan klor bebas.
3.	Asryadin, dkk (2012)	Pengaruh jarak tempuh air dari unit pengolahan air terhadap Ph, suhu, kadar sisa klor, dan angka lempeng total bakteri (ALTB) pada PDAM Kota Bima Nusa Tenggara Barat.	PDAM Kota Bima Nusa Tenggara Barat	Observasional analitik, dengan pendekatan Cross Sectional	- Suhu - pH - Sisa klor - Lempeng total bakteri	1. Terdapat pengaruh jaraktempuh airdari unitpengolahan air terhadap pH pada PDAM Kota Bima Nusa Tenggara Barat 2. Terdapat pengaruh jarak tempuh air dari unit pengolahan air terhadap kladar sisa klor PDAM Kota Bima Nusa Tenggara Barat 3. Terdapat pengaruh jarak tempuh air dari unit pengolahan air terhadap Angka Lempeng Total Bakteri (ALTB)

						PDAM Kota Bima Nusa Tenggara Barat.

Perbedaan dengan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan adalah:

1. Subyek Penelitian : Jaringan distribusi air minum IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan
2. Tahun Penelitian : 2018

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Pengertian air sesuai pasal 1 butir 2 UU No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air adalah semua air yang terdapat di atas ataupun dibawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laur yang berada didarat.

Air merupakan unsur yang sangat vital bagi kehidupan makhluk di muka bumi. Tanpa makan orang dapat bertahan hidup selama 3-6 bulan, namun tanpa air organ hanya bertahan hidup paling lama 3 hari. Dalam tubuh mausia terdapat sekitar 50-80% terdiri dari cairan (Suyono, 2011). Selain itu air merupakan kebutuhan pokok pada berbagai aktifitas manusia. Selain untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, seperti minum, memasak, mencuci, mandi, sanitsi dll air juga dibutuhkan dalam jumlah yang besar untuk memenuhi kebutuhan pada aktifitas ekonomi dan sosial, seperti industri, sekolah, rumah sakit, perhotelan, perdagangan, peternakan dll. Jumlah kebutuhan air bersih berbeda-beda untuk masing-masing kegiatan tersebut, serta persyaratan mutunya bergantung pada jenis aktivitas yang bersangkutan.

Persedian air bersih untuk kebutuhan manusia harus memenuhi empat konsep dasar dari segi kuantitas, kualitas, kontiunitas, dan ekonomi.

Dari segi kuantitas: air harus lebih memenuhi kebutuhan manusia. Dari segi kontinuitas : air tersebut harus ada, berputar pada siklusnya dan tidak pernah hilang. Dan dari segi ekonomis : harga jual air tersebut harus dapat di jangkau oleh segala kalangan masyarakat mengingat air sangat di butuhkan oleh semua golongan tanpa kecuali (Afrike,2011).

Dalam usaha mempertahankan kelangsungan hidupnya, manusia berupaya mengadakan air yang cukup bagi dirinya. Akan tetapi banyak kejadian di mana air yang di gunakan tidak selalu sesuai dengan syarat kesehatan, karena sering di temui air tersebut mengandung bibit ataupun zat-zat tertentu yang dapat meninmbulkan penyakit yang justru membahayakan kelangsungan hidup manusia. Oleh karena itu pentingnya melakukan pengolahan air terlebih dahulu sebelum digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia terutama untuk kebutuhan sehari-hari seperti minum, makan, mencuci dan mandi. Karena aktivitas dasar itulah yang paling sering dilakukan manusia serta merupan aktivitas yang dapat menjadi transmisi berbagai zat berhaya yang mungkin terkandung dalam air kedalam tubuh manusia.

Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas ekonomi masyarakat, kebutuhan air juga mengalami peningkatan, baik dari sisi jumlah maupun mutu. Semakin maju tingkat kebudayaan masyarakat, maka penggunaan air semakin meningkat (Asmadi dkk, 2011). Kebutuhan air bersih perkapita rata-rata penduduk Indonesia belum diketahui secara pasti, tetapi untuk keperluan perencanaan instansi

pengolahan air bersih untuk komunitas, perikiraaan kebutuhan air bersih sering menggunakan angka sekitar 125-150 l/orang/hari (Budiman, 2007).

Air bersih untuk kebutuhan publik pada umumnya dipasok oleh Perusahaan Daerah Air Minum Daerah (PDAM). Hingga saat ini, baru sebagian penduduk dapat memperoleh layanan PDAM akibat keterbatasan kemampuan perusahaan daerah tersebut.untuk meningkatkan pelayanan, dibeberapa kota besarpersediaan air bersih dikelolaoleh perusahaan swasta atau kerjasama antar PDAM dan perusahaan swasta (Suprihati, dkk, 2016).

2.2 Sumber Air

Sesuia dengan siklus air di bumi ada empat sumber air di bumi yaitu air angkasa, air permukaan, air tanah, dan mata air.

2.2.1 Air Angkasa

Air angkasa atau air hujan adalah sumber air yang tertentu akibat proses penguapan air di permukaan bumi oleh panas matahari. Uap air naik ke atas sampai ketinggian tertentu sampai tercapainya persamaan temperatur dengan udara sekitar. Selanjutnya terjadi proses sebagai berikut:

1. Proses *coalescence*

   Proses ini diawali dengan terjadinya tetes-tetes air dengan ukuran yang lebih besar, hal ini disesbabkan oleh adanya peristiwa "*hammer*" (benturan-benturan) diantara uap air satu dengan lainnya kemudian saling mengikat. Penggabungan uap

air tersebut akan membentuk uap air yang lebih besar (awan), lama-kelamaan akan menjadi berat dan turun menjadi hujan.

2. Proses *bergeron*

   Pada proses ini terjadinya awan yang terletak pada bagian atas mendung kristal-kristal es pada bagian bawah sudah dalam kondisi yang sangat dingin (*supercooled*). Kondisi *supercooled* di permukaan bumi banyak terjadi di puncak gunung yang tinggi, di daerah subtopis dan di kutub membentuk salju abadi. Kristal-kristal es pada bagian atas tersebut akan menjadi tetes-tetes air yang bertambah besar, akibat sifat air yang higroskopis akan bercampur dengan uap air *supercooled.* Akibatnya proses *coalescence* akan semakin besar airnya akan turun sebagai air hujan.

   Beberapa sifat (karakeristik) air hujan:

   1) Bersifat lunak, oleh sebab itu disebut air lunak (*soft water)*
   2) Air hujan yang asli belum tercemar bakteri maupun material lainnya, oleh sebeb itu air hujan disebut air murni
   3) Tidak mengandung mineral, karena proses penguapan tidak membawa materi mineral. Adapun setelah turun kebumi mengandung mineral terjadi karena kontak dengan udara yang mengandung debu mineral
   4) Mengandung/membawa beberapa jenis gas yang terlarut diudara antara lain CO_2 agresif, NH_3, dan bakteri tertentu

5) Pada musim hujan debit air cukup besar dan melimpah ruah, sebaliknya pada musim kemarau tidak demikian, debitnya tidak tetap/kontinu.

Kelima sifat tersebut diatas dapat dikatakan sebagai kelemahan dari air hujan, sehingga penggunaan untuk air minum dianjurkan hanya dalam keadaan terbatas dan merupakan alternatif terakhir apabila tidak ada lagi sumber air lainnya yang lebih baik.

2.2.2 Air Permukaan

Air hujan yang jatuh dipermukaan tanah akan melalui dua proses yaitu:

1. Mengalir dipermukaan tanah membentuk/mengisi genangan air besar disebut danau, atau mengalir ketempat yang lebih rendah melalui saluran yang disebut sungai kemudian akan berakhir dilaut. Sumber air ini adalah danau, sungai dan laut disebut sumber air permukaan (*surface water).*
2. Meresap kedalam tanah membentuk pusat resapan air tanah.

   Kualitas air permukaan pada umunya tidak baik, kotor, berbau dan berasa karena banyak dicemari berbagai bahan pencemar baik bakteriologis maupun kimiawi. Untuk dapat memanfaatkan air permukaan ini biasanya digunakan alat penjernih yang disebut saringan pasir cepat (*rapid sand filter)* dan saringan pasir lambat (*slow sand filter*). Saringan pasir

cepat biasa digunakan dalam skala besar oleh PDAM, sedangkan saringan pasir lambat digunakan dalam skala kecil oleh masyarak atau rumah tangga.

2.2.3 Air Tanah

Air hujan yang meresap ke dalam tanah disebut *infiltrasi.* Air yang meresap kedalam tanah ada yang kembali ke permukaan tanah membentuk mata air kemudian mengalir ke sungai, danau dan laut. Air yang tersimpan didalam tanah disebut air tanah (*ground water).* Air tanah ini tersimpan di antara batu-batuan kedap air (*impermeable)* atau pada lapisan batuan tidak kedap air (*permeable, poseur)* atau tersimpan dalam lapisan tanah.

Ada dua jenis air tanah yaitu air tanah dangkal dan air tanah dalam. Disebut air tanah dangkal karean muka airnya (*water level*) dangkal antara 2-10 meter. Air tanah dangkal ini terletak antara lapisan batuan batuan kedap air dengan permukaan tanah. Air tanah dangkal tersebar pada lapisan tanah lempung atau tanah porous berpasir. Air tanah dangkal dapat diambil langsung melalui penggalian (sumur gali/*dug well*) atau pengeboran dangkal.

Air tanah dalam muka airnya lebih dari 10 meter, jenis sumurnya dinamakan sumur air dalam (*deep well).* Air tanah dalam ini pada umumnya tersebar pada lapisan *aquifer*. Lapisa *aquifer* adalah susunan suatu batuan yang menyimpan/menangkap air

tanah, terdiri dari *aquifar* bebas (*unconfined aquifer*) dan *aquifer* tertekan (*confined aquifer*).

2.2.4 Mata Air

Mata air sebenarnya adalah air tanah yang keluar ke permukaan bumi, mata air tidak memancar keatas seperti artesis. Ada dua macam mata air yaitu mata air gravitasi (*gravity spring*) dan mata air artesis (*artesian spring*). Mata air gravitasi terjadi akibat tekanan dari lapisan *aquifer* bebas, besar debit airnya tergantung dari musim, bila musim hujan debitnya besar dan sebaliknya jika musim kemarau. Mata air artesis terjadi akibat tekanan dari lapisan *aquifer* tertekan sehingga debit airnya terpengaruh musim (debit relatif tetap sepanjang tahun). Pemanfaatan mata air dengan menggunakan sarana perlindungan mata air (PMA) (Suyono, 2011)

2.3 Pengertian Air Minum

Menurut Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa pengolahan yang melalui syarat dan dapat langsung diminum. Air minum harus terjamin dan aman bagi kesehatan, air minum aman bagi kesehatan harus memenuhi persyaratan fisik, mikrobiologi, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan parameter

persyaratan kualitas air minum yang wajib diikuti dan ditaati oleh seluruh penyelenggara air minum, sedangkan parameter tambahan dapat ditetapkan oleh pemerintah daerah sesuai dengan kondisi kualitas lingkungan daerah massing-masing dengan mengacu pada peraturan tambahan yang ditentukan oleh Permenkes RI No. 492/Menkes/ Per/IV/2010 tentang Persaratan Kualitas Air Minum.

2.4 Persyaratan penyediaan air minum

Persyaratan wajib kualitas air minum ditur dalam Peraturaran Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492/MENKES/PER/2010, meliputi:

2.4.1 Persyaratan Kualitatif

Persyaratan kualitatif menggambarkan mutu/kualitas air bersih, meliputi parameter fisik, kimia dan biologi.

1. Parameter fisik

   Air bersih atau air minum secara fisik harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Syarat lain yang harus dipenuhi adalah suhu.

   1) Bau

      Bau disebaban oleh adanya senyawa lain yang terkandung dalam air seperti gas H_2S, NH_3, senyawa fenol, klorofenol, dan lain-lain. Pengukuran biologis senyawa organik dapat menghasilkan bau pada zat cair dan gas. Bau yang disebabkan

oleh senyawa organik ini selain mengganggu dari segi estetika, juga beberapa senyawanya dapat bersifat karsinogenik. Pengukuran secara kuantitatif bau sulit diukur karena hasilnya terlalu subjektif.

2) Kekeruhan

Kekeruhan disebabkan adanya kandungan *Total Suspended Solid* baik yang bersifat organik maupun anorganik. Zat organik yang berasal dari lapukan tanaman dan hewan, sedangkan zat anorganik biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri sehingga mendukung perkembangannya.

Kekeruhan dalam air minum atau air bersih tidak boleh lebih dari 5 NTU. Penurunan kekeruhan ini sangat diperlukan karena selain ditinjau dari segi estetika yang kurang baik juga proses desinfeksi untuk air keruh sangat sulit, hal ini disebabkan karena penyerapan beberapa koloid dapat melindungi organisme dari desifektan.

3) Rasa

Syarat air bersih atau air minum adalah air yang tidak boleh berasa. Air yang berasa dapat menunjukkan kehadiran berbagai zat yang dapat membahayakan kesehatan. Efeknya tergantung penyebab timbulnya rasa tersebut pada air. Sebagai contoh rasa asam dapat disebabkan oleh asam organik maupun

asam anorganik sedangkan rasa asin dapat disebabkan oleh garam terlarut dalam air.

4) Suhu

Suhu air sebaiknya sama dengan suhu udara yaitu 25°C, dengan batas toleransi yang diperbolaehkan yaitu 25°C - 3°C. Temperatur air yang baik menurut peraturan menteri kesehatan RI nomor 492/Menkes/per/lV/2010 adalah sama dengan temperatur udara (kurang lebih 3°C). Temperatur yang tinggi akan menyebabkan menurunya kadar O_2 dalam air, kenaikan temperatur air juga akan menguraikan derajat kelarutan mineral sehingga kelarutan Fe pada air tinggi (Joko,2010).

Suhu normal mencegah terjadinya pelarutan zat kimia pada pipa, menghambat reaksi biokimia pada pipa dan mikroorganisme tidak dapat tumbuh. Jika suhu air tinggi maka oksigen terlarut dalam air akan berkurang, juga akan meningkatkan reaksi dalam air.

5) Warna

Air minum atau air bersih sebaiknya tidak berwarna, bening dan jernih untuk alasan estetika dan untuk mencegah keracunan berbagai zat kimia maupun organisme yang berwarna. Pada dasarnya warna dalam air dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu warna semu (*apprent colour*) yang

disebabkan oleh unsur tersuspensi dan warna sejati (*true colour*) yang disebabkan oleh zat organik dan zat koloid.

Air yang telah mengandung senyawa organik seperti daun, potongan kayu, rumput dll akan mengakibatkan warna kuning kecoklatan, oksidasi mangan menyebabkan air berwarna kecoklatan atau kehitaman

2. Parameter kimia

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

1) pH

pH merupakan faktor penting bagi air minum, pada Ph < 6,5 dan > 8,5 akan mempercepat terjadinya korosi pada pipa distribusi air bersih atau air minum.

2) Zat padat total (*total solid*)

Total solid adalah bahan yang tertinggal sebagai residu pada penguapan dan pengeringan pada suhu 103-105°C.

3) CO_2 Agresif

CO_2 yang terdapat dalam air berasal dari udara dan hasi dekomposisi zat organik. CO_2 agresif yaitu CO_2 yang dapat merusak bangunan, perpipaan dalam pendisrtibusian air bersih.

4) Besi (Fe)

Keberadaan besi dalam air bersifat terlarut menyebabkan air menjadi merah kekuning-kuningn, menimbulkan bau amis dan membentuk lapisan seperti minyak, merupakan logam yang menghambat proses desinfeksi. Hal ini disebabkan karena daya pengikat klor (DPC) selain digunakan untuk mengikat zat organik, juga untuk mengikat besi. Dalam air minum kadar maksimum besi yaitu 0,3 mg/l, sedangkan untuk ambang rasa pada kadar 2 mg/l. Besi dalam tubuh dibutuhkan untuk pembentukan hemoglobin, namun dosis yang berlebihan dapat merusak dinding halus.

5) Mangan (Mn)

Mangan dalam air bersifat terlarut, biasanya membenruk MnO_2. Kadar mangan dalam air maksimum yang diperbolehkan adalah 0,1 mg/l. Adanya mangan yang berlebihan dapat menyebabkan plak pada benda-benda putih oleh deposit. MnO_2 menimbulkan rasa dan menyebabkan warna (ungu/hitam) pada air minum serta bersifat toksik.

3. Parameter Biologi

Air minum tidak boleh mengandung kuman-kuman dan parasit seperti kuman *thypus,* kolera, disentri dll. Untuk mengetahui adanya bakteri patogen dapat dilakukan dengan pengamatan

terhadap ada tidaknya *E.coli* yang merupakan indikator pencemar air.

2.4.2 Persyaratan Kuantitatif

Setelah persyaratan kualitatif terpenuhi maka air bersih juga harus mampu melayani daerah pelayanan. Banyaknya penduduk yang ada dalam suatu wilayah harus mampu terpenuhi secara kuantitasnya. Persyartan kuantitatif ini sangat dipengaruhi sekali dengan jumlah air baku yang tersedia, serta kapasitas produksi dari instalasi pengolahan air. Pada umumnya debit air tiap sumber air akan mengalami perubahan-perubahan dari waktu ke waktu.

2.4.3 Persyaratan Kontinuitas

Arti kontinuitif disini adalah bahwa air baku untuk air bersih tersebut dapat diambil secara terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada musim hujan maupun musim kemarau. Sehingga persyaratan kontinuitas ini erat sekali berhubungan dengan persyaratan kuantitas (Suprihatin, dkk, 2016).

2.5 Proses Pengolahan Air

Pengolahan air pada dasarnya untuk meningkatkan nilai tambah dengan cara menyisihkan berbagai kontaminan dalam air baku melalui berbagai tahapan proses hingga mutunya memenuhi tujuan atau persyaratan tertentu. Untuk keperluan domestik, target pengolahan air adalah menghilangkan mikroorgannisme patogen atau bahan penggangu

kesehatan, sehingga penyebaran penyakit melalui air minum dapat dihindari. Selaian aman, air minum juga harus menyenangkan secara estetika, yaitu air harus jernih, tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak bau. (Suprihatin dkk, 2016).

Menurut Suprihatin ada lima tahapan kunci dalam perencanaan proses pengolahan air, yaitu :

1) Karakteristik sumber air baku dan pendefinisian tujuan mutu air hasil olahan (standar mutu)
2) Pra-perencanaan, termasuk pemilihan proses
3) Rancangan detail alternatif terpilih
4) Konstruksi
5) Operasi dan pemeliharaan fasilitas pengolahan air

Karakteristik sumber air baku dan target mutu air hasil olahan (standar mutu) menentukan jenis satuan operasi atau satuan proses yang diterapkan. Berdasarkan fungsi utama, satuan operasi dalam pengolahan air dapat digolongkan menjadi operasi untuk menghilangkan bahan partikel (penyaringan, sedimentasi, koagulasi/flokulasi, filtrasi), desinfeksi (klorinasi, ozonasi, radiasi dengan UV, filtrasi membran) dan atau untuk menghilangakan bahan terlarut (aerasi, ozonisasi, pelunakan, adsopsi, *reserve osmosis*).

Dalam proses pengolahan air pada prinsipnya dikenal dua cara yaitu :

1. Pengolahan lengakap *(Complete Treatment Process),* yaitu air akan mengalami proses pengolahan secara lengkap, baik secara fisik,

kimia dan bakteriologi. Proses pengolahan lengkap ini dilakukan terhadap air sungai yang kotor dan keruh. Pada hakekatnya, pengolahan lengkap dibagi dalam tiga tingkatan yaitu:

1) Pengolahan fisik, yaitu suatu tingkatan pengolahan yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan kotoran-kotoran yang kasar, penyisihan lumpur dan pasir, serta mengurangi kadar zat-zat organik yang ada dalam air yang akan diolah.
2) Pengolahan kimia, yaitu suatu tingkat pengolahan dengan menggunakan zat-zat kimia untuk membantu proses pengolahan selanjutnya. Misalnya, dengan pembubuhan kapur dalam proses pelunakan.
3) Pengolahan bakteriologi, yaitu suatu tingkat pengolahan untuk membunuh atau memusnahkan bakteri-bakteri yang terkandung dalam air minum. Misalnya dengan membubuhkan kaporit (desinfektan).

2. Pengolahan sebagian *(Partial Treatment Process)*, pengolahan sebagian merupakan proses pengolahan air yang hanya sebagian saja. Misalnya, pengolahan kimiawi dan atau pengolahan bakteriologi saja. Pengolahan ini biasanya dilakukan untuk mata air bersih dan air sumur dangkal atau air tanah dalam.

Menurut Palupi Widiyastuti 2011 dalam buku Pedoman Mutu Air Minum menjelaskan bahwan kondisi yang berbahaya dapat menyebabkan

kontaminasi menembus proses pengolahan dalam jumlah yang signifikan. Kandungan zat dalam air minum dapat dimasukkan selama proses pengolahan, termasuk zat kimia adiktif yang digunakan dalam proses pengolahan atau produk yang berkontak dengan air minum. Turbiditas (kekeruhan) menyebar dalam air sumber dapat memperberat proses pengolahan sehingga memungkinkan patogen enterik masuk ke dalam air olahan dan sistem distribusi. Upaya pengendalian dapat mencakup upaya saat prapengolahan, kuagulasi/flokulasi/sedimentasi, filtrasi, dan desinfektan.

Upaya pra pengolahan dapat disesuaikan dengan beragam proses pengolahan, mulai dari desinfektan sederhana sampai proses membran. Upaya prapengolahan dapat menurunkan dan atau menstabilisasi bahan mikroba, zat organik alami, dan bahan partikulat. Koagulasi, flokulasi, sedimentasi dan filtrasi menyingkirkan partikel, termasuk mikroorganisme (bakteri, virus dan protozoa)

2.6 Instalasi Pengolahan Air Minum Cileng

Untuk mendapatkan air minum dengan kualitas yang sesuai dengan standar kesehatan, maka perlu adanya pengolahan air minum sebelum air tersebut dikonsumsi. Adapun unit-unit pengolahan air minum terdiri dari:

1. Bangunan *Intake*, bangunan ini berfungsi sebagai bangunan pertama untuk masuknya air dari sumber air bersih, diambil dari waduk Gonggang. Pada bangunan intake ini biasanya terdapat *bar screen* yang berfungsi untuk menyaring benda-benda yang ikut

tergenang dalam air. Selanjutnya, air akan masuk kedalam sebuah bak yang nantinya akan dipompa ke bangunan selanjutnya, yaitu WTP *water treatment plant*.

2. Bak Prasedimentasi (Prased) berfungsi sebagai tempat proses pengendapan partikel diskrit seperti pasir, lempung, dan zat-zat padat lainnya yang bisa mengendap secara grafitasi. Pengendapan pada bak ini dilakukan secara alami tanpa penambahan zat-zat kimia atau koagulan.
3. *Water treatment plant*

   Water treatment plant atau lebih populer dengan akronomi WTP adalah bangunan utama pengelolaan air bersih. Bisanya bangunan ini terdriri dari 4 bagian, yaitu bak koagulasi, bak flokulasi, bak sedimentasi, dan bak filtrasi:

   1) Koagulasi

      Dari bangunan intake, air akan di pompa ke bak koagulasi. Pada proses koagulasi ini dilakukan proses destabilisasi partikel koloid, karena pada dasarnya sungai atau air-air kotor biasanya terbentuk koloid dengan berbagai partikel koloid yang terkandung didalamnya. Destbilisasi partikel koloid ini bisa dengan *rapit mixing* (pengadukan cepat), hidrolis (terjunan atau *hydrolic jump*), maupun dengan mekanis (menggunakan batang pengaduk). Biasanya pada WTP dilakukan dengan cara *hydrolic jump*. Lama proses adalah 30

sampai 90 detik koagulasi. Pada pengolahan air di IPA Cileng ini menggunakan bahan koagulan berupa PAC (*poly alumunuim chloride*).

2) Flokulasi

Setelah dari unit koagulasi, selanjutya air akan masuk kedalam unit flokulasi. Unit ini ditujukan untuk membentuk atau memperbesar flok. Teknisnya adalah dengan pengadukan lambat (flowmixing).

3) Sedimentasi

Setalah melewati proses destbilisasi parikel koloid melaui unit koagulasi dan unit flokulasi, selanjutnya perjalanan air akan masuk ke unit sedimentasi. Uni ini untuk mengendapkan partikel koloid yang sudah di destabilisasi oleh unit sebelumnya. Dalam bak sedimentas akan terpisah anatar lumpur dan sedimentasi.

4) Filtrasi

Unit filtrasi ini sesui dengan namanya adalah untuk menyaring dengan media berbutir. Media berbutir ini biasanya terdiri dari antrasi, pasar silica, dan kerikil silica dengan ketebalan berbeda dilakukan secara gravitasi. Sebelum air bersih menuju bak reservoir setelah proses filtrasi ditambahkan desinfektan berupa klorin.

4. Reservoir

   Setelah dari WTP dan berupa *clear water*, sebeum didistribusikan, air masuk kedalam reservoir. Reservoir ini berfungsi sebagai tempat penampungan sentara air bersih sebelum didistribusikn melalui pipa-pipa secara gravitasi. Karena kebanyakan distribusi menggunakan gravitasi, maka reservoir ini biasanya diletakkan di tempat dengn eleveasi lebih tinggi dari pada tempat-tempa yang menjadi sasaran distribusi. Biasanya terletak ditas bukit, atau gunung.

2.7 Desinfeksi

Desinfeksi adalah suatu proses yang bertujuan untuk mendestruksi sebagian besar mikroorganisme yang bersifat patogenik pada suatu instrumen dengan menggunakan cara fisik (pemanasan) maupun cara kimiawi (penambahan bahan kimia). Instrumen yang digunakanuntuk proses desinfeksi adalah desinfektan. Desinfektan dapat didefinisikan sebagai bahan kimia atau pengaruh fisika yang digunakan untuk mencegah terjadinya infeksi atau pencemaran jasad renik seperti bakteri dan virus, dan juga untuk membunuh atau mengurangi jumlah mikroorganisme atau kuman penyakit lainnya. (Azhar, 2012).

Desinfeksi yang adekuat merupakan unsur terpenting dalam sebagian besar sistem pengolahan untuk mencapai tingkat penurunan resiko mikroba yang diperlukan. Dengan mempertimbangkan tingkat

inaktivasi mikroba yang diperlukan untuk mikroba patogen yang lebih resisten melalui penerapan konsep Ct (produk konsentrasi desinfektan dan waktu kontak) pada pH dan suhu tertentu, sehingga dapat memastikan bahwa mikroba lain yang lebih sensitif juga dapat dikendalikan secara efektif. Proses desinfeksi yang paling umum digunakan adalah klorinasi. Ozonisasi, radiasi UV, dan klorin dioksida juga sering digunakan.

Metode ini sangat efektif dalam membunuh bakteri dan efektif dalam menonaktivkan virus (bergantung pada jenisnya) dan beberapa protozoa, termasuk *Giardia* dan *Chyptosporidium.* Untuk menyingkirkan atau inaktivasi kista dan ookista protozoa. Filtrasi dengan koagulasi/flokulasi (untuk mengurangi partikel dan tingkat kekeruhan) yang dilanjutkan dengan desinfeksi (oleh satu atau beberapa desinfektan) merupakan metode yang paling praktis.

2.8 Klorinasi

Klorinasi merupakan salah satu bentuk pengolahan air yang bertujuan untuk membunuh kuman dan mengoksidasi bahan-bahan kimia dalam air. Klorinasi adalah proses pemberian klorin kedalam air yang telah menjalani proses filtrasi dan merupakan langkah yang maju dalam proses purifikasi air (Elma Sofia dkk, 2010)

Klorinisasi dipraktikkan dalam berbagai cara tergantung mutu air baku dan kondisi lainnya. Klorinisasi akhir yaitu pemakaian klorin setelah

pengolahan, sedangkan klorinisasi awal yaitu pemakaian klorin sebelum pengolahan. Proses ini akan menyempurnakan koagulasi, mengurangi bebean filter dan mencegah tumbuhnya ganggang (Tri Joko, 2010)

2.8.1 Metode Klorinasi

Pemberian klorin pada desinfeksi air dapat dilakukan melalui beberapa cara yaitu dengan pemberian:

1. Gas Klorin

   Gas klorin merupakan pilihan utama karena harganya murah, kerjanya cepat, efisien dan mudah digunakan. Gas klorin harus digunakan secara hati-hati karena gas ini beracun dan dapat menimbulkan iritasi pada mata. Alat klorinasi berbahan gas ini disebut sebagai *chlorinating equipments.* Alat yang sering dipakai adalah *Paterson's Chloronome* yang berfungsi untuk mengukur dan mengatur pemberian gas klorin pada persediaan air.

2. Kloramin

   Kloramin dapat juga dipakai dan merupakan persenyawaan lemah dari klorin dan amonia. Zat ini kurang memberikan rasa klorin pada air dan sisa klorin bebas di dalam air lebih persisten walau kerjanya lambat dan tidak sesuai untuk klorinasi dalam skala besar.

3. Perkolanin

Perkolanin sering juga disebut sebagai *High Test Hypochlorite.* Zat ini merupakan persenyawaan antara kalsium dan 65-75% klorin yang dilepaskan di dalam air.

Bahan-bahan desinfeksi yang mengandung senyawa klor antara lain :

Table 1. Jenis Dan Sifat Bahan Desinfektsi

No	Jenis Desinfektan	Rumus Kimia	% Klor	Bentuk	Kandungan
1.	*Liquid Chlorine*	Cl_2	100	Gas	Tidak Ada
2.	Sodium	NaOCl	3-5	Padat	Tidak Ada
3.	*Calsium Hipochlorite*	$Ca(OCl)_2$	65-70	Padat	Ada
4.	*Calsium Hipochlorite*	$CaOCl_2$	25-37	Padat	Ada
5.	*Chloride Dioksida*	ClO_2	63	Bubuk	Tidak Ada

Sumber: R. mursid, 1991 dalam Ali, 2010 dalam Elma, 2015

Jenis senyawa klor yang digunakan pada instalasi pengolahan air Cileng adalah $Ca(OCl)_2$ *Calcium Hypochlorite powder* 60% atau yang lebih akrab dikenal sebagai kaporit, dengan kandungan klor sebanyak 60%.

2.8.2 Kegunaan Klorin

Menurut Arif Sumantri 2010 dalam buku Kesehatan Lingkungan dan Pesrspektif Islam, terdapat beberapa manfaat klorin antara lain:

1. Memiliki sifat bakterisidal dan garmisidal
2. Dapat mengoksidasi zat besi, mangan, dan hidrogen sulfida
3. Dapat menghilangkan bau dan rasa tidak enak pada air

4. Dapat mengontrol perkembangan alga dan organisme pembentuk lumut yang dapat mengubah bau dan rasa pada air
5. Dapat membantu proses koagulasi.

Karena adanya fungsi lain untuk kondisi tertentu klorinasi dapat dibubuhkan sebelum proses pengolahan. Dengan demikian untuk keperluan pengolahan dapat dilakukan *pre-clorinasi*. Sedangkan untuk keperluan desinfeksi pembubuhan dilakukan dilokasi *reservoir* sebagai *post clorinisasi* (Tri Joko, 2010).

2.8.3 Cara Kerja Klorin

Klorin yang digunalan pada instalsi pengolahan air Cileng adalah *Calcium Hypochlorite powder* $Ca(OCl)_2$ dengan kandungan klor aktif 60%. *Calcium Hypochlorite* atau yang lebih akrab disebut kaporit adalah salah satu jenis desinfektan yang banyak digunakan di Indonesia, karena harganya yang lebih murah serta kaporit lebih stabil dan dapat disimpan lebih lama. Jika desinfektan menggunakan kaporit, maka pH air harus diperhatikan agar desinfeksi dari kaporit dapat maksimal. Dalam larutan kaporit terdapat HClO yang mana akan mengeluarkan atom-atom oksigen. Semakin banyak HClO yang terbentuk, makin banyak pula atom oksigen yang lepas hal ini berarti daya desinfektan akan semakin besar. Didalam air kalsium hipoklorat $Ca(OCl)_2$ berubah menjadi ion kalsium (Ca^{2+}) dan hipoklotit (ClO^-). Bila kaporit dilarutkan dalam air, maka reaksi kimia berlangsung bertahap sebagai berikut:

$$Ca(ClO)_2 + 2H_2O \longrightarrow 2HClO + Ca(OH)_2$$

$$2HClO \longrightarrow 2HCl + 2O_2 \uparrow$$

$$\overline{\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad} +$$

$$Ca(ClO)_2 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + 2H2O + 2O_2 \uparrow$$

Jadi bila kaporit dilarutkan kedalam air maka akan menghasilkan atom-atom oksigen. Atom-atom oksigen inilah yang sebenarnya aktif membunuh bakteri-bakteri, karena bakteri dioksidasi oleh atom oksigen.

2.8.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Klorinasi

Menurut Yusuf, 2005 dalam Ali, 2010 dan dalam Elma Sofia 2015 ada beberapa faktor yang mempengaruhi kemampuan desinfeksi dalam membunuh mikroorganisme pathogen yaitu konsentrasi desinfektan, jenis desinfektan yang digunakan, waktu kontak, mikroorganisme, dan faktor lingkungan meliputi suhu/ temperatur, pH, kulitas air, jarak tempuh air dan pengolahan air.

1. Konsentrasi Desinfektan

   Semakin besar konsentrasi desinfektan yang digunakan maka semakin besar pula laju desinfeksinya. Sehingga semakin baik kerja desinfektan dalam membunuh bakteri pathogen dalam air.

2. Jenis Desinfektan

   Jenis desinfektan yang digunakan berfungsi untuk menentukan nilai koefisie pemusnahan spesifik. Jenis desinfektan yang sering digunakan dalam proses pengolahan air adalah ozonisasi, iradiasi UV, klorinasi dan klorin dioksida.

3. Waktu Kontak

Waktu kontak adalah waktu yang diperlukan desinfektan untuk membunuh mikroorganisme.

4. Mikroorganisme

Faktor-faktor yang mempengaruhi keadaan mikroorganisme, antara lain:

1) Jenis mikroorganisme

Jenis mikroorganism dapat meliputi, bakteri, virus atau parasit dan mempunyai kepekaan tertentu terhadap desinfektan yang dibubuhkan pada air.

2) Jumlah Mikroorganisme

Jumlah mikroorganisme yang besar, terutama mikroba pathogen akan memerlukan dosis desinfektan yang lebih besar.

3) Umur mikroorganisme

Umur organism akan berpengaruh terhadap efektifitas desinfektan

4) Penyebaran mikroorganisme

Mikroorganisme yang menyebar, akan mudah ditembus oleh desinfektan. Sebaliknya kumpulan bakteri akan lebih sulit ditembus oleh desinfektan

5. Faktor lingkungan

Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi desinfeksi antar lain:

1) Suhu

Semakin tinggi suhu air peluruhan klor semakin besar. Jika suhu air semakin tinggi maka akan mempengaruhi keberadaan natrium hipoklorat, efisensi natrium hipoklorat menurun seiring pertambahan suhu air. Oleh karena itu semakin tinggi suhu air maka kemampuan desinfektan pada air akan semakin menurun.

2) pH

Setiap desinfektan akan berfungsi optimal pada pH tertentu. Daya desinfeksi klorin akan turun bila pH air makin bertambah. Bila pH air ≥ 7, maka akan terbentuk khloramin, sedangkan pada pH ≤ 6 maka akan terbentuk dikhloramin.

3) Kualitas air

Kualitas air baku yang mengandung banyak zat organik dan unsur lainya akan mempengaruhi besarnya kebutuhan klorin sehingga dibutuhkan konsentarasi klorin yang cukup tinggi. Jika kekeruhan pada air relative tinggi dapat menghambat proses kerja klorin.

4) Pengolahan air

Pengolahan air dari air baku menjadi air minum mempunyai

tahapan-tahapan dalam prosesnya. Kualitas air baku serta volume atau debit air berhubungan langsung dengan kebutuhan klorin sebagai desinfektan. Pengolahan air yang buruk akan membutuhkan dosis klorin yang lebih besar karena mikroorganisme dalam air masih bisa bersembunyi diantara zat-zat terlarut dalam air sehingga akan mempengaruhi sisa klor pada jaringan distribusi.

5) Jarak tempuh air

Jarak tempuh yang dibutuhkan air dari instalasi pengolahan menuju lokasi pendistribusian. Dalam perjalanan air menuju distribusi sering mengalami kendala seperti kebocoran pipa yang dapat mengakibatkan pencemaran pada air karena masuknya mikroorganisme, sehingga semakin jauh jarak tempuh air resiko pencemaran air juga akan semakin meningkat.

2.8.5 Sifat-sifat Klor

1. Sifat fisik

Chlor termasuk dalam kelompok Halogen (F, Cl, Br, L) dengan ciri- ciri fisik :

1) Pada suhu dan tekanan, chlor merupakan gas kuning kehijauan dengan bau yang khas. Berat 1 liter klor pada 0 ^{o}C dan tekanan 760 mmHg adalah 3,208 g

2) Suhu kritisnya 144 ^{o}C dan tekanan kritis 76,1 atm.

Konsekuensinya memungkinkan klor berubah dari bentuk gas menjadi cair melalui proses pendinginan atau pemempatan

3) Nilai kesetimbangan tekanan klor cair adalah: -34 ^{o}C : 1 atm, 0°C : 4 atm, 20 ^{o}C : 6atm.

4) Panas evaporasi tinggi sebesar 66 kilo kalori per kg klor.

5) Klor bersifat sedikit larut dalam air dan kelarutannya akan menurun seiring peningkatan suhu.

6) Dengan proses pendinginan larutan klor dalam air pada suhu 8 ^{o}C, maka larutan klor akan berubah menjadi kristal klorhidrat. Bentuk Kristal tersebut akan menyulitkan dalam menentukan dosis klor. Untuk menghindarinya suhu air harus lebih besar dari 8°C.

2. Sifat kimia

1) Merupakan salah satu unsur aktif, artinya bila hadir dalam air akan bereaksi dengan seluruh metal dan unsur lainnya, pada suhu normal hanya dengan *"noble geser"* dan oksigen saja yang tidak akan bereaksi.

2) Pada kondisi kering kereaktifan chlor berkurang sehingga "Klor kering" pada suhu ruang tidak akan bereaksi dengan logam berharga sekalipun, seperti platinum, emas dan perak ataupun logam biasa seperti besi dan tembaga.

3) Memungkinkan untuk mentransfer ”Klor kering” melalui pipa kering dan tembaga, namun kereaktifannya tidak akan berhenti begitu saja, hanya diperlambat saja.

2.8.6 Dampak klorinisai air

Klorin berbahaya ketika memasuki tubuh saat terhirup bersama dengan udara yang terkontaminasi atau ketika tertelan bersama dengan makanan atau air yang terkontaminasi. Selain bau yang menyengat gas klorin dapat menyebabkan iritasi pada mata dan saluran pernafasan.

Apabila gas klorin masuk dalam jaringan paru-paru dan bereaksi dengan ion hidrogen akan dapat membentuk asam klorida yang bersifat sangat korosif dan menyebabkan iritasi dan peradangan. Di udara ambien, gas klorin dapat mengalami proses oksidasi dan membebaskan oksigen. Dengan adanya sinar matahari atau sinar terang maka HOCl yang terbentuk akan terdekomposisi menjadi asam klorida dan oksigen.

Selain itu gas klorin juga dapat mencemari atmosfir. Pada kadar antara 3,0– 6,0 ppm gas klorin terasa pedas dan memerahkan mata. Dan bila terpapar dengan kadar sebesar 14,0 – 21,0 ppm selama 30-60 menit dapat menyebabkan penyakit paru-paru (*pulmonsri oedema*) dan bisa menybabkan *emphysema* dan radang paru-paru. Eksposur klorin paling berbahaya adalah akibat dari inhalasi. Semakin parah tingkat eksposur klorin, semakin berat gejalanya. Namun,

tingkatan terkecil eksposur untuk klorin dapat menyebabkan mata, hidung, dan tenggorokan terbakar. Efek pada kesehatan biasanya dimulai dengan beberapa detik sampai menit. Gejala dari eksposur klorin yang paling umum adalah : iritasi saluran pernapasan, napas mendesah, kesulitan bernapas, sakit tenggorokan, batuk, dada sesak, iritasi mata, dan iritasi kulit (Pratiwi Handayani, 2010)

2.8.7 Pemeriksaan Konsentrasi Klorin

Titik baras (*break point*) konsentrasi klorin bebas dalam air kurang lebih 0,2 mg/l. konsentrasi klorin bebas tersebut diukur melalaui pemeriksaan *Orthotolidine Arsenit (OTA test).* Berikut beberapa pemeriksaan yang berkaitan dengan pemastian ada tidaknya klorin dalam air.

1. *Orthotolidine Arsenite Test*

   Orthotolidine Arsenite Test pertama kali dilakukan pada tahun 1918 untuk mengetahui adanya klorin bebas di dalam air. Reagennya berupa bahan *Analitycal Grade Ortholidine* yang dilarutkan dalam 10% asam hipoklorit. Cara pemeriksaanya adalah bahwa sebanyak 0,1 ml larutan OT dimasukkan ke dalam 1 ml sampel air dan diperhatikan reaksi yang terjadi. Jika mengandung klorin, sampel itu akan berubah warena menjadi kuning. Perubahan warna itu kemudian dibandingkan dengan warna standar yang tersedia. Kelemahan uji ini adalah

bahwa warna kuning dapat dihasilkan baik oleh sisa klorin bebas maupun oleh klorin yang terikat (*combinade chlorine*) sehingga pemeriksaan lebih loanjut peril dilakukan.

2. *Ortholidine Arsenite Test (OTA Test)*

   Pemeriksaan merupakan modifikasi dari OT Test di atas. Uji ini dapat memisahkan dan bereaksi dengan klorin bebas. Hal yang paling penting adalah bahwa uji ini dapat menentukan konsentrasi atau kadar klorin yang bebas di dalam air (Budiman Chandra, 2007).

2.9 Sistem Distribusi

Sistem distribusi adalah bagian dari sistem penyediaan air yang benar-benar menyalurkan air ke konsumen. Oleh karena pendapatan dari perusahaan air minum secara langsung berhubungan dengan penjualan air, dimana operasi dan ditribusi air tidak terganggu adalah yang paling penting, maka operasi dari sistem ditribusi adalah salah satu tugas utama dari perusahaan air minum (Oktaviana E,2010).

1. Sistem distribusi terdiri dari dua jenis, yaitu:
   1) Pipa induk untuk menyalurkan air ke seluruh daerah distribusi terdiri dari:
      a. Pipa primer: menyalurkan air pipa dari pipa transmisi/reservoir

b. Pipa sekunder: membagi air dari pipa primer ke daerah-daerah yang lebih kecil.

c. Pipa tersier: membagi air dari pipa sekunder ke pipa dinas.

2) Pipa dinas untuk membagi air ke para pelanggan

Pemeliharaan jaringan pipa distribusi dapat dilakukan dengan pemasangan pipa saluran distribusi kepada pelanggan berdiameter 3/4 atau satu inchi. Dengan menjaga tekanan air pada kisaran yang tepat, kebocoran dapat dihindarkan. (Robert j. Kodoatie: 2002)

Sistem distribusi adalah bagian dari sistem penyedian air yang menyalurkan/mengalirkan air ke konsumen. Sistem distribusi ini terbagai menjadi tiga:

a. Gravity system

Sistem gravitasi ini menurut kondisi topografi yang baik. Sumber air dan waduk/reservoir diperlukan di daerah yang lebih tinggi, sehingga air dapat mencapai setiap bagian dari sistem distribusi dengan tekanan cukup.Dengan menggunakan sistem ini perlu di perhatikan tekanan air yang ditahan oleh pipa serta tinggi tekanan karena gesekan. Bila tekanan terlalu besar maka perlu bangunan pelepas tekan.

b. *lumbing system without storage*

Sistem ini digunakan bila beda tinggi elevasi antara sumber air atau instalasi dengan daerah pelayanan tidak dapat memberikan takanan air yang cukup, Karena adannya perbedaan ketinggian sehingga debit dan tekanan air yang diinginkan harus dipompakan langsung ke jaringan pipa distribusi.

c. *Dual system with storage*

Sistem ini merupakan sistem pengaliran dimana air bersih dari sumber atau instalasi pengolahan akan dialirkan ke jaringan pipa distribusi dengan menggunakan pompa dan reservoir distribusi yang di operasikan yang dioperasikan bergantian atau bersamaan (R Agustin,2007).

2. Macam-macam distribusi air bersih

Guna mengantarkan air bersih dari sumber air sampai menuju outlet (keluaran), diperlukan sistem pemipaan. Sistem pemipaan ini disebut dengan jaringan pemipaan air berih atau jaringan pemipaan. Selanjutnya cara medistribusikan air bersih terbagai atas 2 macam yaitu:

1) Distribusi Terbuka
2) Ditribusi Tertutup

1) Sistem Distribusi Terbuka

Sistem Distribusi terbuka merupakan sistem distribusi air bersih dengan menggunakan jaringan pemipaan yang tidak diteruskan mengelilingi suatu sitem. Sistem distribusi terbuka ini mmiliki keuntungan dari segi keuntungan dari segi pemakaian pipa, yaitu lebih sedikit. Sementara dari segi sistem distribusi memilki kelemahan, yaitu pada bagian ujung jaringan yang paling jauh akan mendapat air cukup kecil karena tekanannya menjadi berkurang.

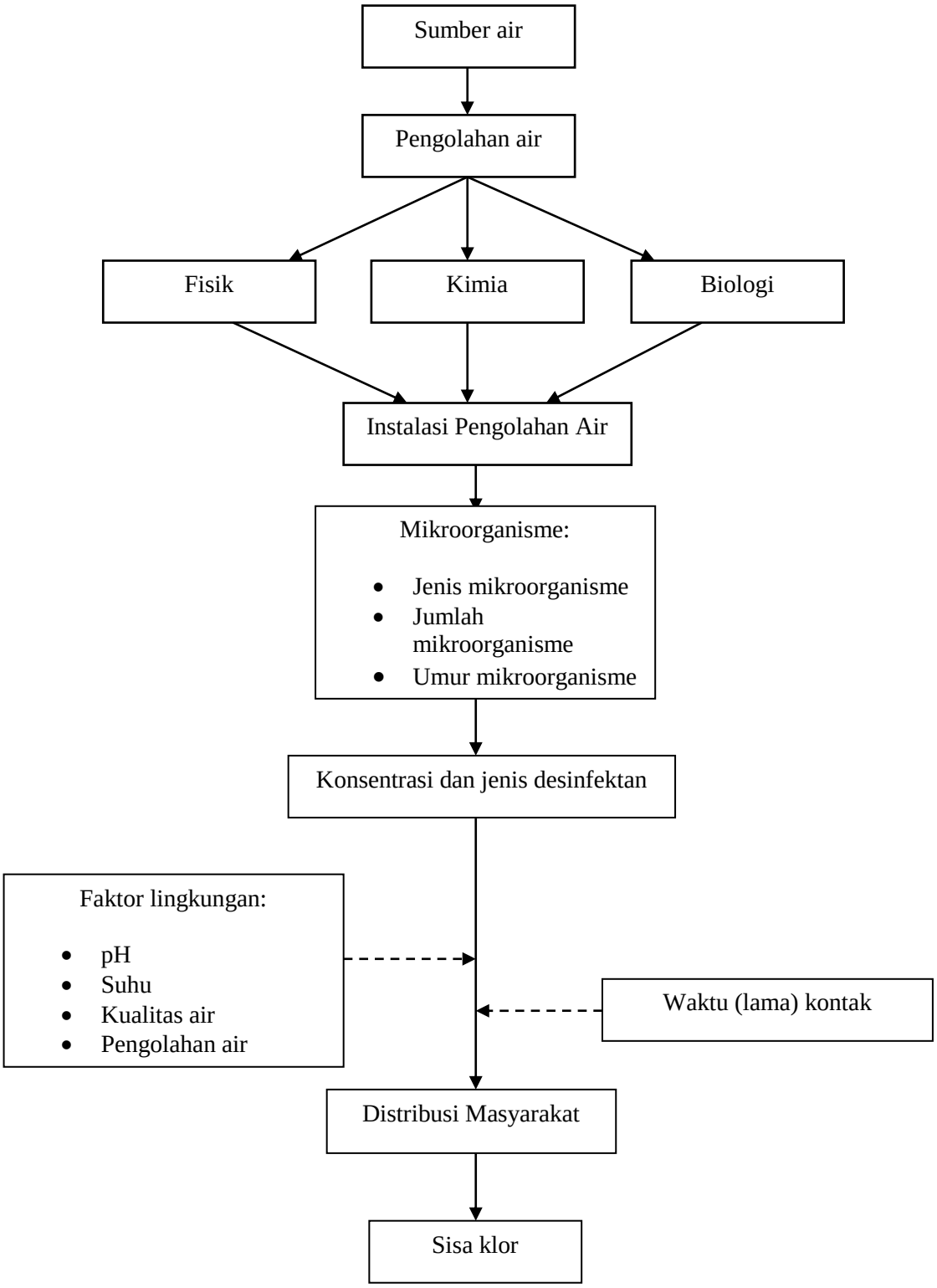
2) Sistem Distribusi tertutup

Sistem Distribusi tertutup merupakan sistem distribusi air bersih dengan menggunkan jaringan pemipaan yang diteruskan mengelilingi sistem. Sistem distribusi tertutup ini memiliki kerugian dari segi pemakaian pipa, yaitu lebih banyak. Sementara dari segi pendistribusian memiliki kelebihan karena tekanan air pada seluruh bagian merata. Selanjutnya, tekanan air menjadi besar dan outlet akan mengeluarkan air yang cukup banyak.

2.10 Kerangka Teori

Untuk mendapatkan air dengan kualitas sesuai standar kesehatan, maka perlu adanya pengolahan sebelum air tersebut di distribusikan ke masyarakat. Proses pengolahan air pada

prinsipnya dibedakan menjadi tiga yaitu pengolahan secara fisik, kimia dan biologi. Salah satu proses pengolahan air minum adalah klorinasi. Proses klorinasi adalah pembubuhan klor atau senyawa *chlor* kedalam air dengan tujuan untuk membunuh kuman maupun bakteri pathogen dengan sisa klor yang dihasilkan dari proses tersebut. Proses klorinasi itu sendiri dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: konsentrasi, waktu kontak, mikroorganisme dan faktor lingkungan.



Gambar 2.1 Kerangka Teori Penelitian

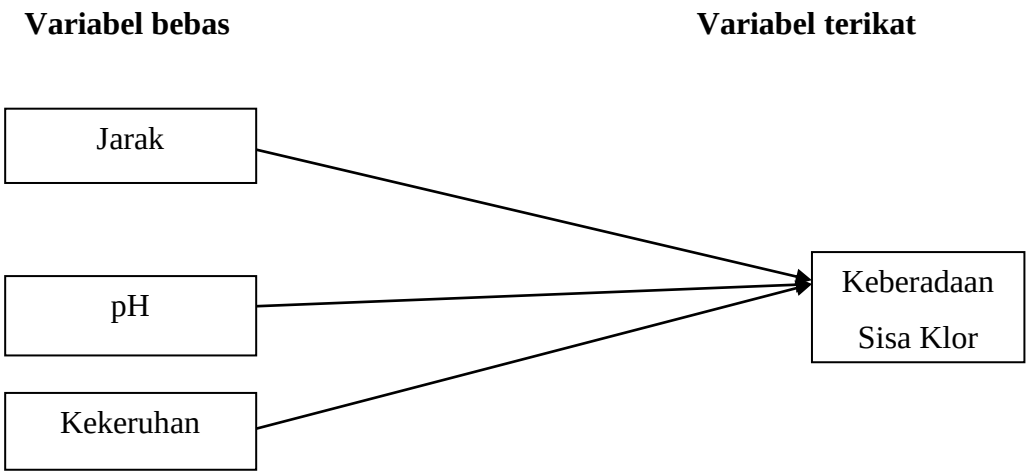
Sumber: Modifikasi (Suyono, Joko, dan Palupi)

BAB 3

KERANGKA KONSPTUAL DAN HIPOTESIS

3.1 Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual merupakan abstraksi dari suatu realitas agar dapat dikomunikasikan dan membentuk suatu teori yang menjelaskan keterkaitan antar variabel (baik variabel yang diteliti maupun yang tidak diteliti). Kerangka konseptual akan membantu peneliti untuk menghubungkan hasil penemuan dengan teori (Nursalam, 2008)



Gambar 3.1 Kerangka Konsep Faktor yang mempengaruhi keberadaan kadar sisa klor dalam air distribusi IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

3.2 Hipotesis Penelitian

Hipotesis adalah suatu dugaan sementara, suatu tesis sementara yang harus dibuktikan kebenarannya melalui penyelidikan ilmiah. Hipotesis dapat juga dikatakan kesimpulan sementara, merupakan suatu konstruk (*construct*) yang masih perlu dibuktikan, suatu kesimpulan yang belum teruji kebenarannya (Muri Yusuf, 2014). Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Ha: "Ada hubungan antara pH air dengan keberadaan sisa klor pada saluran rumah pelanggan air minum disrtibusi IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan".

Ha: "Ada hubungan antara kekeruhan air terhadap keberadaan sisa klor pada saluran rumah pelanggan air minum distribusi IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Mageran.

Ha: "Ada hubungan antara jarak rumah dengan instalasi pengolahan air terhadap keberadaan sisa klor pada saluran rumah pelanggan air minum distribusi IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan".

BAB 4

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah cara peneliti untuk menghasilkan informasi ilmiah. Metodologi penelitian memerlukan rencana kerja menurut langkah-langkah sebagai berikut yaitu perumusan masalah dan tujuan penelitian, studi kepustakaan dimana dilakukan identifikasi masalah dan keterangan situasi masalah secara terperinci, menggambarkan kerangka teori/kerangka konsep atau kerangka operasional dan merumuskan masalah penelitian terperinci, membuat rencana penelitian dimana dirumuskan tujuan khusus, merumuskan hipotesis dan subhipotesis sampai membuktikan subhipotesis, melakukan pelaksanaan penelitian serta melaporkan atau menyajikan hasil penelitian (Buchari Lapau, 2012)

4.1 Desain Penelitian

Desain penelitian adalah rencana, pedoman ataupun acuan penelitian yang akan dilaksanakan. Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei analitik dengan pendekatan *cross sectional* yaitu, penelitian untuk mempelajari dinamika korelasi antara faktor-faktor resiko dengan efek, dengan cara pendekatan, observasi atau pengumpulan data sekaligus pada suatu saat (*point time approach*). Artinya, tiap subyek penelitian hanya diobservasi sekali saja dan pengukuran dilakukan terhadap status karakter atau variabel subyek pada saat pemeriksaan (Notoatmojo, 2010).

4.2 Populasi dan Sampel

4.2.1 Populasi

Populasi adalah keseluruhan sumber data yang diperlukan dalam suatu penelitian. Penentuan sumber data dalam suatu penelitian sangat penting dan menentukan keakuratan hasil penelitian (Saryono, 2011). Populasi dalam penelitian ini adalah semua pelanggan PDAM Lawu Tirta dari distribusi air minum IPA Cileng dari sektor BTA Ngaglik yang berlokasi dipinggir jalan raya Parang-Poncol yang berjumlah 51 pelanggan.

4.2.2 Sampel

Sampel adalah sebagian dari populasi yang mewakili suatu populasi (Saryono, 2011). Sampel pada penelitian ini yaitu hanya difokuskan pada wilayah dengan jarak pipa 3 Km dari IPA Cileng atau tempat pengolahan air, yaitu tepatnya pada wilayah BTA Ngaglik. Hal ini dikarenakan pada hasil studi pendahuluan yang peneliti lakukan sisa klorin pada air akan habis pada jarak ± 3 Km dari reservoir IPA Cileng dimana menjadi tempat pembubuhan klorin. Untuk mempermudah jalanya penelitian maka peneliti bermaksud untuk meneliti pada pelanggan yang berlokasi di pinggir jalan raya yaitu berjumlah 51 pelanggan. Dengan interfal jarak pengambilan sampel adalah per 50 m dari pelanggan satu ke pelanggan berikutnya. Untuk menentukan besar sampel dalam penelitian ini v, yaitu:

$$n = \frac{N}{1+Ne^2}$$

Keterangan:

n= besar sampel

N= populasi

e = batas toleransi kesalahan (*error tolerance*)

Sehingga besar sampel dapat dihitung sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1+Ne^2}$$

$$= \frac{51}{1+51(0,05)^2} = 45,2$$

Maka besar sampel dalam penelitian ini adalah 45,2 atau dibulatkan menjadi 45. Dengan memperhatikian kriterian Inklusi dan kreteria Ekslusi sebagai berikut:

1. Kriteria Inklusi

   Kriteria atau ciri-ciri yang perlu dipenuhi oleh setiap anggota populasi yang dapat diambil sebagai sampel (Notoatmodjo, 2012). Pada penelitian ini kriteria inklusinya adalah:

   1) Pelanggan yang bersedia menjadi responden
   2) Pelanggan yang memiliki kran air dekat dengan meteran air.
   3) Pelnggan yang berlokasi dipinggir jalan raya Parang-Poncol

2. Kriteria Ekslusi

   Kriteria ekslusi merupakan kriteria populasi yang tidak dapat dijadikan sampel dalam penelitian (Notoatmodjo, 2012). Pada penelitian ini kriteria eksklusi adalah:

   1) Pelanggan yang tidak bersedia menjadi responden.

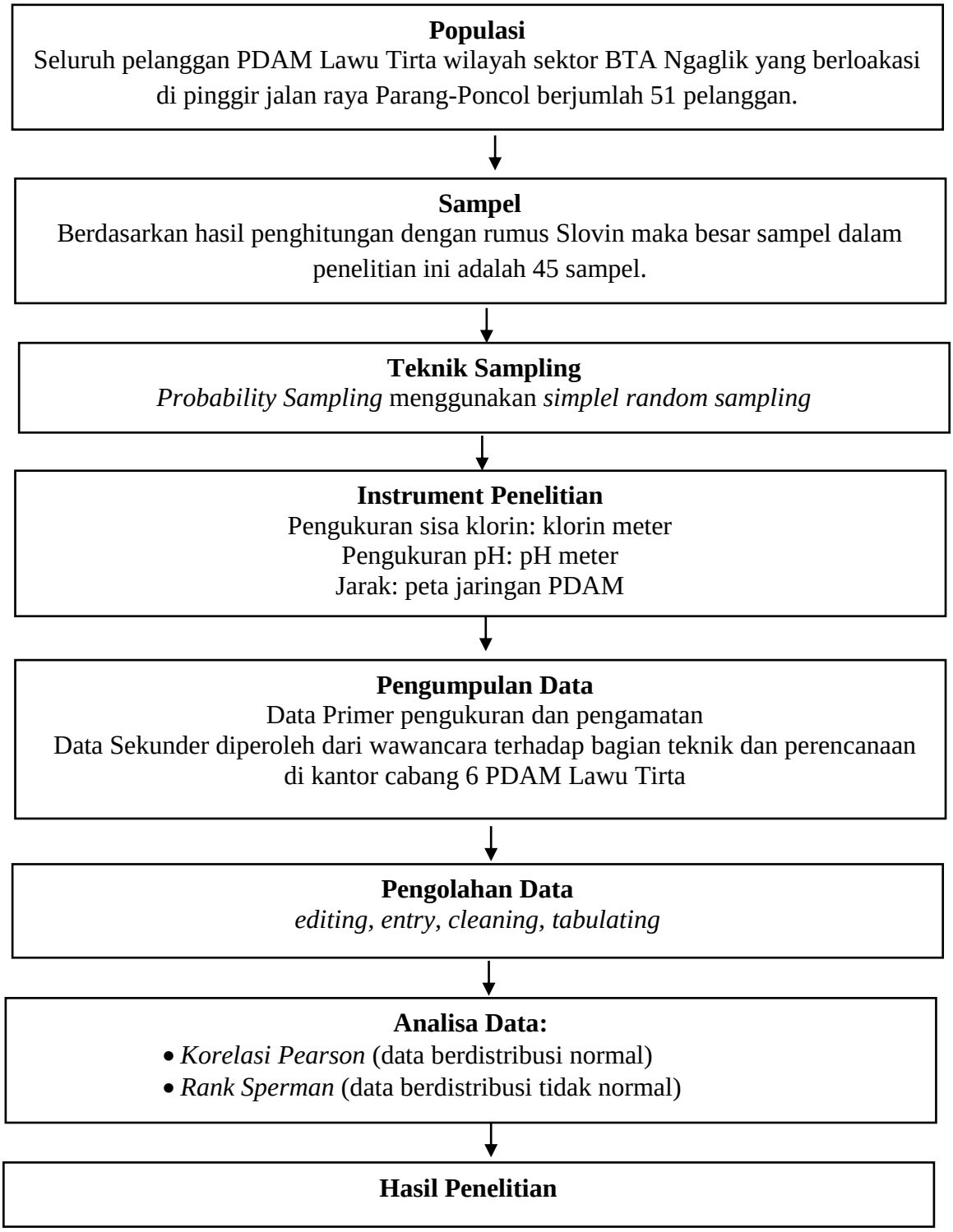
2) Pelanggan yang memiliki dua sumber air.

4.3 Teknik Sampling

Sampling adalah salah satu bagian dari proses penelitian yang mengumpulkan data dari target penelitian yang terbatas (Nursalam, 2008). Menurut Notoatmodjo (2012), teknik sampling adalah cara atau teknik-teknik tertentu dalam mengambil sampel penelitian sehingga sampel tersebut sedapat mungkin menwakili populasinya. Teknik sampling sampel diambil dengan menggunakan teknik *probability sampling* dengan jenis *simple random sampling*. *Probability sampling* adalah pengembilan sampel yang memberikan peluang yang sama bagi setiap unsur (anggota) populasi untuk dipilih untuk menjadi anggota sampel, sedangkan *simple random sampling* karena pengambilan anggota sampel dari populasi dilakukan secara acak tanpa memperhatikan strata yang ada dalam populasi itu (Sugiyono, 2011). Pada penelitian ini menggunakan *simple random sampling* karena air distribusi dari IPA Cileng memiliki karakteristik yang sama.

4.4 Kerangka Kerja Penelitian

Kerangka kerja atau operasional adalah kegiatan penelitian yang akan dilakukan untuk mengumpulkan data yang akan diteliti untuk mencapai tujuan penelitian (Nursalam, 2013). Adapun kerangka kerja dari penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 Kerangka Kerja Penelitian

4.5 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional Variabel

4.5.1 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2013:38). Variabel ini dibedakan menjadi dua yaitu variabel *independent* (variabel bebas) dan variabel *dependent* (variabel terikat).

1. Variabel bebas *(Independent variable)*

   Variabel bebas atau variabel Independen merupakan variabel yang mempengaruhi atau menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel dependen (Sugiyono, 2013:39). Variabel bebas dalam penelitian ini terdiri dari tingkat kekeruhan air, pH air distribusi dan jarak rumah dengan Instalasi Pengolah Air (IPA) Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

2. Variabel terikat *(Dependent variable)*

   Variabel terikat atau variabel Dependen merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2013:39). Variable terikat dalam penelitian ini adalah sisa klorin pada jaringan distribusi air minum IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

4.5.2 Definisi Operasional

Definisi operasional adalah penentuan konstrak atau sifat yang akan dipelajari sehingga menjadi variabel yang dapat diukur. Definisi operasional

menjelaskan cara tertentu yang digunakan untuk meneliti dan mengoperasikan konstrak, sehingga memungkinkan bagi peneliti yang lain untuk melakukan replikasi pengukuran dengan cara yang sama atau mengembangkan cara pengukuran konstrak yang lebih baik (Sugiyono, 2012). Berikut adalah tabel definisi operasional.

Tabel 4.1 Definisi Operasional

No.	Variable	Definisi Operasional	Parameter	Alat Ukur	Skala Data
1.	Kekeruhan	Estetika pada air yang menunjukakan tingkat kejernihan air dari distribusi IPA Cileng. Dengan standar air minum tidak boleh melebihi 5 NTU.	Berdasarkan Permenkes RI Nomor 492/MenKes/PER/IV/2010 Tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum. Dengan standar air minum tidak boleh melebihi 5 NTU.	Turbidity Meter	Rasio
2.	Sisa Klorin	Sisa zat kimia berupa klorin yang digunakan sebagai desinfektan pada distribusi air dari IPA Cileng dengan tingkat yang diperbolehkan yaitu sebesar 0,2 – 0,5 mg/l.	Berdasarkan Permenkes RI Nomor 492/MenKes/PER/IV/2010 Tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum. Dengan standar yang diperbolehkan 0,2 – 0,5 mg/l.	Klorin Meter	Rasio
3.	Ph	Derajat keasaman air yang diukur pada pendistribusian air IPA Cileng. Derajat keasaman yang diperbolehkan yaitu sebesar 6,5 – 8,5	Berdasarkan Permenkes RI Nomor 492/MenKes/PER/IV/2010 Tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum. Dengan standar yang diperbolehkan yaitu sebesar 6,5 – 8,5	pH meter	Rasio
4.	Jarak	Jarak tempuh yang dibutuhkan air dari instalasi pengolahan air (IPA) Cileng menuju lokasi pendistribusian	Berdasarkan studi pendahuluan sisa klorin habis pada jatak ± 3km dari IPA Cileng	Peta jaringan	Rasio

4.6 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat bantu yang dipilih dan digunakan oleh peneliti dalam kegiatannya mengumpulkan data agar kegiatan tersebut menjadi sistematis dan dipermudah olehnya (Arikunto, 2013). Dalam penelitian ini istrumen yang digunakan adalah pengukuran. Pengukuran yang dilakukakan adalah meliputi:

1. Pengukuran kadar sisa klorin menggunakan alat ukur klorin meter
2. Pengukuran pH dengen menggunakan pH Meter
3. Pengukuran kekeruhan menggunakan turbiditymeter
4. Pengukuran jarak dengan peta jaringan dari PDAM Lawu Tirta Magetan.

4.7 Lokasi dan Waktu Penelitian

4.7.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah distribusi air minum IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

4.7.2 Waktu Penelitian

Tabel 4.2 Pelaksanaan Kegiatan

No.	Realisasi	Tanggal Pelaksanaan
1.	Pengajuan Judul	10 Februari 2018
2.	Judul Diterima	23 Februari 2018
3.	Survei Pendahuluan	5 Maret – 26 Maret 2018
4.	Bab 1- 4	28 Maret – 2 Juni 2018
5.	Ujian Proposal	3 Juni 2018
6.	Penelitian	17 Juli -21 Juli 2018
7.	Bab 5 & 6	23 Juli – 12 Agustus 2018
8.	Seminar Hasil	5 September 2018

4.8 Prosedur Pengumpulan Data

4.8.1 Cara Pengumpulan Data

1. Pengukuran

   Melakukan pengukuran yang meliputi pengukuran sisa klorin, PH, dan jarak antar tempat pengolahan air sampai rumah pelanggan.

   1) Prosedur pengukuran sisa klorin

      a. Alat : *FreeChlorine meter*

      b. Jenis : Hanna Instruments tipe HI 701

      c. Kalibrasi alat : dilakukakan 1 tahun sekali

      d. Objek : Pada sampel air kran di rumah pelanggan PDAM Lawu Tirta dari IPA Cileng.

      e. Prosedur Kerja :

         1. Siapkan alat *FreeChlorine meter*
         2. Tekan tombol pada alat, tunggu beberapa saat hingga muncul tulisan C.1 pada alat *Free Chlorine meter*.
         3. Isi air pada tabung reaksi 1 sebanyak 10 ml dengan air dari kran pelanggan yang sebelumnya telah di biarkan mengalir kira-kira 1 menit
         4. Masukkan tabung reaksi 1 kedalam alat *Free Chlorine meter* kemudian tekan tobol pada alat dan biatkan beberapa saat hingga muncul tulisan C.2

5. Kemudian isi tabung reaksi 2 dengan air kran pelanggan sebanyak 10 ml dan masukkan satu saset serbuk DPD Hanna instruments
6. Tutup botol tabung reaksi kemudian kocok selama ± 20 detik hingga semua serbuk larut dalam air sampel
7. Kemudian keluarkan tabung reaksi 1, dan masukkan tabung reaksi 2 tekan tombol dan tunggu ± 30 detik
8. Catat angka yang muncul pada alat *Free Chlorine meter*
9. Setelah pengukuran selesai tekan tombol pada alat sebanyak 2 kali untuk mematikan alat.

2) Prosedur pengukuran kekeruhan air

a. Alat : *Turbiditymeter*

b. Jenis : Hanna Instruments Turbiditi TN-100

c. Kalibrasi alat : Dilakukan setiap 6 bulan sekali

d. Objek : Pada sampel air kran di rumah pelanggan PDAM Lawu Tirta dari IPA Cileng.

e. Prosedur Kerja :

1. Siapkan alat *Turbiditymeter*
2. Letakakan alat *Turbiditymeter* pada tempat yang datar
3. Tekan tombol ON

4. Bersihkan botol reaktor dengan mengisi dan membuang air sebanyak 3 kali, hal ini bertujuan agar air dalah tabung reaksi homogen.
5. Kemudian isi tabung reaksi hingga batas garis yang telah ditentukan pada botol reaksi, kemudian tutup botol reaksi.
6. Bersihkan botol reaksi yang telah terisi air sampel dengan kain lembut, usahakan agar tangan kita tidak menyentuh bagian luar tabung.
7. Masukkan tabnung reaksi kedalam alat *Turbiditymeter* dengan memposisikan tanda panah pada botol dengan tanda panah pada alat sejajar.
8. Kemudian tekan tombol READ, dan tunggu hingga angka yang terbaca benar-benar berhenti dan tidak mengalami perubahan atau tunggu hingga ± 30 detik.
9. Catat angka yang muncul pada alat
10. Keluarkan botol tabung reaksi kemudian tekan tombol OFF.

3) Prosedur pengukuran pH air

a. Alat : *pHmeter*

b. Jenis : pH P N EC PH602PLUSK

c. Kalibrasi alat : Dilakukakan setiap 5 bulan sekali

d. Objek : Pada sampel air kran di rumah pelanggan PDAM Lawu Tirta dari IPA Cileng.

e. Prosedur Kerja :

1. Siapkan alat PHmeter
2. Tekan tombol ON
3. Masukkan air sampel bekas pengukuran kekeruhan kedalam tabung reaksi
4. Kemudian tekan tombol CAL hingga muncul keterangan pH pada alat.
5. Masukkan batang reaktor kedalam tabung dan tekan kembali tobol CAL
6. Tunggu hingga ± 1 menit
7. Catat angka yang muncul pada alat pHmeter.
8. Keluarkan batang dari tabung reaksi
9. Kemudian tekan tombol OFF.

4) Prosedur pengukuran jarak

a. Alat : Peta jaringan PDAM

b. Objek : Pada di rumah pelanggan PDAM Lawu Tirta dari IPA Cileng.

c. Prosedur Kerja:

1. Membaca jarak pelanggan menggunakan peta jaringan dari PDAM Lawu Tirta Magetan.

2. Mencari lokasi pelanggan dengan membaca skala peta jarinagn.

4.8.2 Jenis Data

1. Data primer

   Data primer adalah data yang dikumpulkan, diolah serta diterbitkan sendiri oleh organisasi yang menggunakannya (Kuswadi, 2004).Data primer meliputi data hasil pengukuran (sisa klorin, pH, dan jarak) pada distribusi air minum IPA Cileng.

2. Data sekunder

   Data sekunder adalah data yang tidak dibuat atau diterbitkan oleh penggunanya (Kuswadi, 2004) Data sekunder meliputi profil kesehatan Kabupaten Magetan, profil Puskesmas Parang dan Puskesmas Lembeyan, gambaran umum IPA Cileng meliputi pengolahan air, serta pembubuhan klorin, jurnal dan literature terkait penelitian tentang sisa klorin.

4.9 Teknik Analisis Data

4.9.1 Teknik Pengumpulan Data

Setelah melakukan pengumpulan data, maka data yang diperoleh dalam penelitian kemudian diolah dan dianalisis menggunakan *SPSS for windows*. Teknik pengolahan data yang dilakukan pada penelitian yaitu meliputi:

1. *Editing*

Editing adalah upaya untuk memeriksa atau pengecekan kembali data maupun kuesioner yang diperoleh atau dikumpulkan. *Editing* dapat dilakukan pada tahap pengumpulan data, pengisian kuesioner, dan setelah data terkumpul (Notoatmodjo, 2012).

2. *Entry*

Mengisi masing-masing jawaban dari responden dalam bentuk "kode" (angka atau huruf) dimasukkan ke dalam program atau "*software*" komputer (Notoatmodjo, 2012).

3. *Cleaning*

Cleaning data merupakan kegiatan memeriksa kembali data yang sudah di entry apakah ada kesalahan atau tidak.Kesalahan mungkin terjadi padasaat meng-entry data pada komputer.

4. *Tabulating*

Tabulating adalah mengelompokkan data ke dalam suatu tabel tertentu menurut sifat-sifat yang dimilikinya, sesuai dengan tujuan penelitian.

4.9.2 Analisis Data

1. Analisa *Univariat*

Analisis *univariat* bertujuan untuk menjelaskan atau mendeskripsikan setiap variabel penelitian. Pada umumnya dalam analisis ini hanya menghasilkan distribusi dan presentase dari setiap variabel (Notoatmodjo, 2010). Dalam penelitian ini analisis univariat dilakukan untuk menggambarkan

distribusi frekuensi variabel bebas (jarak, pH, dan kekeruhan) serta variabel terikat (sisa klorin).

2. Analisis *Bivariat*

Analisis *bivariat* merupakan analisa yang dilakukan terhadap dua variabel yang diduga berhubungan atau berkorelasi (Notoatmodjo, 2010). Analisis ini dilakukan untuk mengetahui hubungan yang signifikan dari kedua variabel, yaitu variabel bebas (jarak, pH, dan kekeruhan) dan variabel terikat (sisa klorin). Uji statistik menggunakan SPSS versi 16 *for Windows* dengan tingkat kemaknaan $\alpha = 0,05$. Uji statistik yang digunakan dalam penelitian ini *Korelasi Pearson* (data normal) dan *Rank Spearman* (data tidak normal) (Sopiyudin, 2017).

Untuk mengetahui apakah data mempunyai distribusi normal atau tidak secara analitis, pada penelitian ini menggunakan uji statistik *Shapiro-Wilk* karena jumlah sampel <50 (Sopiyudin, 2017).

Dasar pengambilan keputusan dalam uji normalitas *Shapiro-Wilk*:

a. Jika nilai Sig. ≥0.05 maka data berdistribusi normal.

b. Jika nilai Sig. <0.05 maka data tidak berdistribusi normal.

1. *Korelasi Pearson*

Syarat uji *Korelasi Pearson:*

a. Kedua data, baik variabel bebas maupun variabel terikat berupa data interval/rasio

b. Normalitas: data pada kedua variabel berdistribusi normal

Dengan pengambilan keputusan dengan tingkat signifikan sebagai berikut:

1) Jika nilai Sig.> 0,05, maka H_o diterima dan H_a ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan (korelasi) antara variabel *independen* (bebas) dan variabel *dependen* (terikat).
2) Jika nilai Sig, ≤ 0,05, maka H_o ditolak dan H_a diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan (korelasi) antara variabel *independen* (bebas) dan variabel *dependen* (terikat).

Menurut Notoatmodjo (2011) pedoman untuk memberikan interpretasi koefisien korelasi sebagai berikut:

No.	Interval korelasi	Tingkat hubungan
1.	0,00 – 0,20	Sangat rendah
2.	0,20 – 0,40	Rendah
3.	0,40 – 0,60	Cukup
4.	0,60 – 0,80	Tinggi
5.	0,80 – 1,00	Sangat tinggi

Sumber: Notoatmodjo, 2011

Nilai koefisien korelasi ada dalam rentang -1 sampai dengan +1. Jika nilai koefisen korelasi semakin dekat dengan ±1 maka hubungan antar variabel akan semakin kuat. Jika nilai koefisen korelasi mendekati nilai nol atau sama dengan nol (0) maka dapat disimpulkan bahwa hubungan antar variabel kecil atatu tidak ada hubungannya. Tanda positif menunjukkan korelasi positif atar variabel dan sebaliknya.

4.10 Etika Penelitian

Kode etik penelitian adalah suatu pedoman etika yang berlaku untuk tahap kegiatan penelitian yang melibatkan antara pihak peneliti, pihak yang diteliti

(subyek penelitian) dan masyarakat yang akan memperoleh dampak dari hasil penelitian tersebut (Notoatmodjo, 2012)

1. *Informed consent* (Informasi Untuk Responden)

   Informed consent merupakan cara persetujuan antara peneliti dengan *informan* dengan memberikan lembar persetujuan melalui *inform consent*, kepada responden sebelum penelitian dilaksanakan. Setelah calon responden memahami penjelasan peneliti terkait penelitian ini, selanjutnya peneliti memberikan lembar *informed consent* untuk ditanda tangani oleh sampel penelitian.

2. *Anonymity* (Tanpa Nama)

   Anonymity merupakan usaha menjaga kerahasiaan tentang hal-hal yang berkaitan dengan data responden, pada aspek ini peneliti tidak mencantumkan nama responden melainkan inisial nama responden dan nomor responden pada kuesioner.

3. *Confidentiality* (Kerahasiaan Informasi)

   Semua informasi yang telah dikumpulkan dari responden dijamin kerahasiaan oleh peneliti.Pada aspek ini, data sudah terkumpul dari responden dersifat rahasia dan penyimpanan dilakukan di file khusus milik pribadi sehingga hanya peneliti dan responden yang mengetahuinya.

BAB 5

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

5.1.1 Geografis

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Lawu Tirta Kabupaten Magetan merupakan unit usaha milik daerah yang terletak di Jalan Tripandita No.05 Kelurahan Sukowinongo, Kecamatan Magetan Kabupaten Magetan, Provinsi Jawa Timur.

Adapun batas-batas administratif PDAM Magetan, yaitu :

a. Sebelah Utara : Kabupaten Ngawi
b. Sebelah Timur :Kabupaten Ponorogo Jawa Timur dan Kabuapten Wonogiri Jawa Tengah
c. Sebelah Selatan :Kabupaten Madiun
d. Sebelah Barat : Kabupaten Karanganyar Jawa Tengah

5.1.2 Sejarah PDAM Lawu Tirta Magetan

PDAM Kabupaten Magetan merupakan perusahaan daerah yang melayani kebutuhan masyarakat Magetan akan air minum. Perusahaan ini terletak di Jalan Tripandita No.05 Telepon (0351) 895313-892483, Magetan (63319) - Jawa Timur. Pelayanan air minum secara perpipaan di Kabupaten Magetan sudah dikenal sejak tahun 1905 (jaman Belanda), yaitu dengan dibangunnya saluran air minum dalam kota Magetan yang diambil dari sumber Gangging.

Sebelum PDAM berdiri, pelayanan untuk memenuhi kebutuhan air minum bagi masyarakat Magetan dikelola oleh Dinas Saluran Air Minum

(SAM) yang secara teknis ditangani oleh Dinas Pekerjaan Umum Daerah (PUD) Kabupaten Magetan, sedangkan secara administratif berada di bawah Dinas Pendapatan Daerah Kabupaten Magetan.

Selanjutnya dengan semakin meningkatnya kebutuhan masyarakat akan pelayanan air bersih baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya, maka dengan Peraturan Daerah No. 4 Tahun 1982 tanggal 24 Juni didirikan Perusahaan Daerah Air Minum Kabupaten Magetan dan resmi mulai beroperasi pada tanggal 5 Mei 1983.

Sebagai salah satu kesiapan Pemerintah Daerah pada waktu pendirian PDAM, maka tahun 1982 dialihkan pula asset eks–Dinas SAM sebagai modal dasar atau asset PDAM Magetan senilai Rp. 348.148.760,- (Tiga ratus empat puluh delapan juta seratus empat puluh delapan ribu tujuh ratus enam puluh rupiah).

5.1.3 Instalasi Pengolahan Air Cileng

Instalasi pengolahan air (IPA) Cileng didirikan pada tahun 2012 yang berlokasi di desa Cileng Kecamatan Poncol, Magetan. Pendirian IPA dengan anggaran APBN sebesar kurang lebih 15 M mulai dari bangunan *intake* sampai ke IPA. IPA Cileng dibangun setelah berdirinya waduk Gonggang. Air dari Waduk Gonggang yang semula hanya dimanfaatkan untuk irigasi sawah kemudian sebagian dimanfaatkan oleh PDAM Lawu Tirta Magetan untuk memenuhi kebutuhan air minum di area kecamatan Parang dan Kecamatan Lembeyan yang sudah sejak lama dikenal sebagai daerah kering. Model

bangunan IPA Cileng adalah Kedasih yang memiliki hak cipta dari PU Pusat. Dengan kapasitas debit air sebesar 50 l/detik.

Kelengkapan bangunan IPA yaitu meliputi bagian atas terdapat bangunan *intake* – *bak passed* – bangunan paket IPA – *reservoir*. Dibagian bawah terdapat ruang *genset* – ruang operator – gedung *cemikal* dan laboratorium.

5.2 Hasil Penelitian

5.2.1 Analisis Univariat

Hasil analisis univariat dilakukan untuk mengetahui nilai *Mean, Modus, Standart deviasi*, minimum dan maksimum dari masing-masing variabel, baik variabel independen atau variabel dependen.

Tabel 5.1 Hasil Pengukuran Penelitian

No	No. SR (saluran rumah)	Sisa Klor (mg/l)	pH	Kekeruhan (NTU)	Jarak (km)
1	6074	0.43	6.28	0.38	2,05
2	6459	0.4	6.26	1.7	2,1
3	224	0.27	6.46	0.27	2,15
4	1744	0.08	6.83	0.58	2,2
5	5204	0.31	6.3	0.2	2,25
6	355	0.23	6.42	0.06	2,3
7	1738	0.36	6.29	0.3	2,35
8	6155	0.22	6.48	0.44	2,4
9	6153	0.3	6.24	0.43	2,45
10	473	0.26	6.45	0.32	2,5
11	4165	0.17	6.73	0.38	2,55
12	2732	0.34	6.32	0.24	2,6
13	272	0.31	6.35	0.27	2,65
14	1357	0.25	6.49	0.29	2,7
15	1272	0.19	6.74	0.35	2,75
16	1174	0.12	6.82	0.25	2,8
17	5954	0.31	6.31	0.29	2,85

18	5680	0.27	6.38	0.31	2,9
19	4950	0.2	6.46	0.32	2,95
20	4409	0.06	6.76	0.64	3
21	1738	0.18	6.52	0.46	3,05
22	1517	0.03	6.8	0.72	3,1
23	901	0.15	6.23	0.38	3,15
24	55	0.26	6.48	0.45	3,2
25	264	0.03	6.73	0.78	3.25
26	163	0.26	6.45	0.47	3,3
27	1744	0.17	6.63	0.58	3,35
28	1822	0.08	6.85	0.64	3,4
29	2575	0.32	6.29	0.28	3,45
30	2732	0.23	6.42	0.34	3,5
31	792	0.12	6.79	0.52	3,55
32	481	0.19	6.66	0.36	3,6
33	5201	0.15	6.68	0.39	3,65
34	4408	0.07	6.89	0.47	3,7
35	4187	0.05	0.9	0.57	3,75
36	6662	0.11	0.88	0.38	3,8
37	6183	0.01	6.92	0.68	3,85
38	2778	0.14	6.58	0.49	3,9
39	1822	0.08	6.88	0.48	3,95
40	6636	0.02	6.83	0.51	4
41	6347	0.05	6.7	0.54	4,05
42	6407	0.04	6.73	0.57	4,1
43	6185	0.02	6.85	0.52	4,15
44	4167	0.04	6.66	0.58	4,2
45	5648	0.01	6.93	0.67	4250

Sumber: Hasil Pengolahan Data Penelitian, 2018

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui nilai rata-rata, modus, nilai maksimal dan minimal dari masing-masing variabel.

Tabel 5.2 Variabel yang Diukur di Distribusi Air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan Tahun 2018.

No	Variabel	*Mean*	*Modus*	*Standar Deviasi*	Min.	Maks.
1.	Sisa Klorin	0,175 mg/l	0,08mg/l	0,116	0,01 mg/l	0,43 mg/l
2.	pH	6,592	6,73	0,226	6,23	6,93
3.	Kekeruhan	0,489 NTU	0,38 NTU	0,285	0,20 NTU	1,70 NTU
4.	Jarak	3,150 Km	2,05 Km	0,656	2,05 Km	4,25 Km

Sumber: Hasil Pengolahan Data Penelitian, 2018

1. Sisa Klor

Sisa klor berdasarkan tabel 5.2 menunjukan bahwa rata-rata sisa klor dalam air distrubusi IPA Cileng adalah 0,175 mg/l, dengan nilai modus adalah 0,08 mg/l, nilai terendah sisa klor 0,01 mg/l dan sisa klor tertinggi adalah 0,43 mg/l. Berdasarkan hasil penelitian sisa klor pada distribusi air IPA Cileng tidak memenuhi syarat pada jarak 3 km dari instalasi pengolahan air. Sehingga perlu adanya penginjeksian klor pada jarak 3 km dari IPA Cileng agar sisa klor dalam air distribusi sampai ke pelanggan terjauh masih tetep memebuhi standar yang ditetapkan Permenkes RI 736/Menkes/PER/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air minum.

2. pH

Berdasarkan tabel 5.2 menunjukkan hasil bahwa rata-rata pH adalah 6,59 dengan nilai modus adalah 6,73, nilai minimum 6,23 dan nilai maksimum sebesar 6,93. Selama proses distribusi pH air distribusi IPA Cileng mengalami kenaikan dan penurunan yang relatif keci namun masih berada pada standar baku mutu yang telah ditetapkan dalam Permenkes RI Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, standar pH

air minum adalah > 6,5 dan < 8,5, maka rata-rata pH air distribusi IPACileng memenuhi syarat baku mutu air minum.

Usia air merupakan faktor dalam penurunan kualitas air dalam sistem distribusi. Hal itu disebabkan oleh interaksi antar dinding pipa dan air serta reaksi air dalam pipa. Dalam perjalanan air di dalam pipa selama sistem distribusi air mengalami reaksi kimia, fisik dan biologi. Sehingga semakin lama air berada dalam jaringan maka semakin banyak reaksi yang terjadi pada air di dalam siteam sehingga membuat kualitas air berubah (Elma Sofia, 2015).

3. Kekeruhan

Berdasarkan tabel 5.2 menunjukkan hasil bahwa rata-rata kekeruhan adalah 0,49 NTU, dengan nilai modus 0,38 NTU, nilai minimum 0,20 NTU dan nilai maksimum 1,70 NTU. Nilai kekeruhan air pada distribusi IPA Cileng mengalami perubahan yang relatif sedikit, berdasarkan hasil penelitian nilai kekeruhan air distribusi IPA Cileng semuanya memenuhi baku mutu yang ditetapkan dalam Permenkes RI Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum bahwa nilai kekeruhan air minum yaitu < 5NTU.

Kekeruhan dalam air dapat terjadi karena adanya kebocoran pipa dalam proses distribusi sehingga zat-zat asing diluar pipa dapat masuk dan mencemari air distribusi dalam pipa. Selain itu korosi pada pipa juga dapat mempengaruhi kekeruhan air, sehingga menyebabkan perubahan warna air yang cenderung lebih kuning atau hitam karena adanya korosi pada pipa distribusi.

4. Jarak

Berdasarkan tabel 5.2 menunjukkan hasil bahwa rata-rata jarak pelanggan dengan IPA Cileng adalah 3,15 Km dengan nilai modus yaitu 2,05 Km dan dengan nilai minimum 2,05 Km dan nilai maksimum 4,25 Km. Berdasarkan rata-rata pengukuran jarak dari IPA Cileng sampai ke Pelanggan dengan jarak 3 km sisa klor dalam air sudah tidak memenuhi baku mutu karena sisa klor dalam air < 0,2 mg/l.

Selain itu jarak distribusi air dari reservoir ke pelanggan juga mempengaruhi penurunan sisa klor dipelanggan. Hal ini disebabkan oleh jarak tempuh yang diperlukan air sampai ke pelanggan dan reaksi yang terjadi dalam sistem selama air berada dalam pipa (Elma Sofia, 2015)

5.2.2 Uji Normalitas Data

Sebelum menentukan uji statistik yang digunakan dalam penelitian ini, maka terlebih dahulu melakukan uji normalitas data untuk mengetahui data tersebut berdistribusi normal atau tidak. Hasil uji normalitas data sebagai berikut:

Tabel 5.3 Uji Normalitas Data

Variabel	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Sig.
Sisa Klor	.950	45	.052
pH	.921	45	.004
Kekeruhan	.755	45	0,000
Jarak	.956	45	0,085

Sumber: Hasil Pengolahan Data Penelitian, 2018

Berdasarkan tabel 5.3 diatas, dalam peneltian ini menggunakan uji statistik *Shapiro-Wilk* karena jumlah sampel <50. Distribusi data pada variabel terikat

yaitu sisa klor berdistribusi normal karena nilai p > 0,05. Distribusi data pada variabel bebas yaitu pH, kekruhan dan jarak, pada variabel pH dan kekeruhan berdistribusi tidak normal karena nilai p < 0,05, sementara pada variabel jarak memiliki distribusi normal karena nilai p > 0,05.

Menurut Sopiyudin (2017) menyebutkan bahwa apabila paling tidak salah satu variabel berdistribusi normal maka uji statistik dapat menggunakan uji *Korelasi Pearson*. Berdasarkan hasil dari normalitas data, uji statistik yang dapat digunakan oleh peneliti yaitu uji *Pearson Product Moment*.

5.2.3 Analisis Bivariat Variabel Penelitian

Analisis bivariat dalam penelitian ini menggunakan uji *Korelasi Pearson Product Moment*. Dimana uji tersebut bertujuan untuk mengetahui hubungan yang signifikan dari kedua variabel yaitu variabel terikat (sisa klor) dengan variabel bebas (pH, kekeruhan dan jarak) di Distribusi Air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

1. Analisis Hubungan pH dengan Sisa Klor pada Jaringan Distribusi Air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

Tabel 5.4 Hubungan pH dengan Sisa Klor pada Jaringan Distribusi Air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan

	Sisa Klor
Ph	r = - 0,886 r2 = 78,4% p = 0,000 n = 45

Sumber: Hasil Pengolahan Data Penelitian, 2018

Berdasarkan hasil uji statistik menjukkan rata-rata sisa klor pada jaringan distribusi air minum IPA Cileng adalah 0,175 mg/l berdasarkan

Permenkes RI 736/Menkes/PER/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air minum yang mana pada titik terjauh sisa klor harus tersisa sebesar 0,2 mg/l, maka rata-rata dari sisa klor pada jaringan distribusi IPA Cileng belum sesuai standar baku mutu. Jika sisa klor tidak sesuai dengan syarat baku mutu maka kemungkinan dapat menyebabkan kemampuan desinfektan berkurang sehingga jumlah bakteri dapat berkembang dalam air dan mengakibatkan *waterborne diseases* pada masyarakat (Sumirat, 2002).

Sedangkan rata-rata nilai pH air distribusi IPA Cileng dalam penelitian ini adalah 6,592. Berdasar Permenkes RI Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum standar pH air minum adalah > 6,5 dan < 8,5, maka rata-rata pH air distribusi IPACileng memenuhi syarat baku mutu air minum.

Berdasarkan tabel 5.4 hasil uji menunjukkan bahwa ada hubungan yang bermakna antara pH dengan sisa klor, karena diperoleh nilai *P Value Sig.* 0,000 < 0,05. Sedangkan untuk nilai koefisien korelasi menunjukkan nilai korelasi negatif dengan kekuatan yang sangat kuat antara pH dengan sisa klor (r = -0,886). Uji korelasi bertanda negatif, berarti bahwa semakin tinggi nilai pH maka semakin kecil nilai sisa klor pada jaringan distribusi air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan. Dengan koefisien determinasi (r2=78,4%) berarti pH air berpengaruh sebesar 78,4% dalam penurunan sisa klor pada jaringan distribusi air minum IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

2. Analisis Hubungan Kekeruhan dengan Sisa Klor pada Jaringan Distribusi Air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

Tabel 5.5 Hubungan Kekeruhan dengan Sisa Klor pada Jaringan Distribusi Air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

	Sisa Klor
Kekeruhan	r = - 0,336 r2 = 11,2% p = 0,024 n = 45

Sumber: Hasil Pengolahan Data Penelitian, 2018

Berdasarkan hasil uji statistik menjukkan rata-rata sisa klor pada jaringan distribusi air minum IPA Cileng adalah 0,175 mg/l berdasarkan Permenkes RI 736/Menkes/PER/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air minum yang mana pada titik terjauh sisa klor harus tersisa sebesar 0,2 mg/l, maka rata-rata dari sisa klor pada jaringan distribusi IPA Cileng belum sesuai standar baku mutu.

Sedangkan nilai rata-rata kekeruhan air disrtibusi IPA Cileng adalah 0,489 NTU. Berdasar Permenkes RI Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum syarat baku mutu kekeruhan air minum adalah < 5 NTU, maka rata-rata air distribusi dari IPA Cileng memenuhi syarat atau sesuia baku mutu.

Berdasarkan tabel 5.5 hasil uji menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kekeruhan dengan sisa klor, karena diperoleh nilai p = 0,025 (p < 0,05). Nilai koefisien korelasi menunjukkan nilai korelasi negatif dengan kekuatan yang lemah antara kekeruhan dengan sisa klor (r = - 0,336). Uji korelasi bertanda negatif, berarti bahwa semakin tinggi nilai kekeruhan pada air

distribusi maka semakin kecil nilai sisa klor pada jaringan distribusi air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan. Dengan koefisien determinasi (r2=11,2%) berarti kekeruhan air berpengaruh sebesar 11,2% dalam penurunan sisa klor pada jaringan distribusi air minum IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

Maka dapat diambil kesimpulan secara statistik ada hubungan antara kekeruhan air dengan sisa klor pada jaringan distribusi air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

3. Analisis Hubungan Jarak dengan Sisa Klor pada Jaringan Distribusi Air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

Tabel 5.6 Jarak dengan Sisa Klor pada Jaringan Distribusi Air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan

Jarak	**Sisa Klor**
	r = -0,731 r2 = 53,4% p = 0,000 n = 45

Sumber: Hasil Pengolahan Data Penelitian, 2018

Berdasarkan hasil uji statistik menjukkan rata-rata sisa klor pada jaringan distribusi air minum IPA Cileng adalah 0,175 mg/l berdasarkan Permenkes RI 736/Menkes/PER/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air minum yang mana pada titik terjauh sisa klor harus tersisa sebesar 0,2 mg/l, maka rata-rata dari sisa klor pada jaringan distribusi IPA Cileng belum sesuai standar baku mutu.Sedangkan rata-rata jarak pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah sejauh 3,150 km dari instalasi pengolahan air (IPA) Cileng.

Berdasarkan tabel 5.6 hasil uji menunjukkan bahwa ada hubungan yang bermakna antara jarak rumah dengan sisa klor, karena diperoleh nilai *P*

Value Sig. 0,000 < 0,05. Sedangkan untuk nilai koefisien korelasi menunjukkan nilai korelasi negatif dengan kekuatan yang kuat antara jarak rumah dengan sisa klor (r = -0,731). Uji korelasi bertanda negatif, berarti bahwa semakin jauh jarak rumah dengan IPA Cileng maka semakin kecil nilai sisa klor pada jaringan distribusi air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan. Dengan koefisien determinasi (r2=53,4%) berarti jarak rumah dengan IPA Cileng berpengaruh sebesar 53,4% dalam penurunan sisa klor pada jaringan distribusi air minum IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

5.3 Pembahasan

5.3.1 Sisa Klor

Sisa klor adalah jumlah kandungan klor aktif dalam air yang berfungsi sebagai desinfektan atau pembunuh bakteri dalam air, sehingga air bebas dari bakteri penyebab penyakit. Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 736/Menkes/Per/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum menyebutkan bahwa nilai baku mutu sisa klor adalah 0,2-0,5 mg/l. Hal ini perlu diperhatiakan karena jika sisa klor hanya 0,0 mg/l maka kemungkinan menyebabkan kemampuan desinfektan berkurang sehingga jumlah bakteri dapat berkembang dalam air dan mengakibatkan *waterborne diseases* pada masyaraka, salah satunya adalah penyakit diare.

Berdasarkan profil Puskesmas Parang penyakit diare secara turun temurun selalu menempati posisi 10 besar penyakit di puskesmas tersebut, yang mana kecamatan Parang merupakan wilayah distribusi air dari IPA Cileng. Kadar sisa klor yang terlalu tinggi, akan menyebabkan bau kaporit

yang tajam dan membahayakan kesehatan manusia jika terkonsumsi. Salah satu efek samping dari proses klorinasi adalah *Trihalomethane* (THM) yaitu produk sisa klorinasi yang bersifat karsinogenik (Garcia., dkk. 1997 dalam Reri 2016).

Pemeriksaan rata-rata sisa klor pada jaringan distribusi IPA Cileng adalah 0,175 mg/l dengan nilai minimal sisa klor 0,01 mg/l dan nilai maksimal sisa klor adalah 0,43 mg/l. Penelitian Muhammad Desiandi (2009) pada daerah persiapan Zona Air Minum Prima (ZAMP) PDAM Tirta Musi dengan rata-rata sisa klor sebesar 0,15 mg/l, nilai minimal sisa klor 0,1 dan maksimal sisa klor 0,2 mg/l. Sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 736/Menkes/Per/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum menyebutkan bahwa nilai baku mutu sisa klor adalah 0,2-0,5 mg/l, maka kedua penelitian tersebut rata-rata sisa klor belum sesuai baku mutu yang telah ditetapkan.

Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Wiwin (2017) bahwa rata-rata sisa klor pada distribusi Zona Air Minum Prima (ZAMP) PDAM Intan Banjar adalah 0,39 mg/l dengan nilai minimal 0,2 mg/l dan nilai maksimal 0,76 mg/l/. Banyak hal yang mempengaruhi kadar sisa klor dijaringan distribusi seperti sumber air, jarak, kondisi pipa dan kualitas air (Waluyo, 2009 dalam Reri 2016).

5.3.2 pH

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan pada air. Dalam tubuh manusia pH air

yang kurang dari 6,5 atau lebih dari 9,2 akan menyebabkan beberapa persenyawaan kimia berubah menjadi racun (Effendi; Ariasih, 2008 dalam Muhammad 2009). Menurut Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum menyebutkan bahwa nilai pH adalah 6,5 – 8,5.

Hasil pengukuran rata-rata pH dalam penelitian ini adalah 6,59, nilai minimum 6,23 dan nilai maksimum sebesar 6,93. Penelitian Asryadin (2012) pada PDAM Kota Bima Nusa Tenggara Barat menunjukkan bahwa rata-rata pH adalah 8,08dengan minimal pH 7,6 dan pH maksimal adalah 8,5. Penelitian tersebut sama-sama menggunakan jenis alat dan prosedur pengukuran yang sama untuk mengukur nilai pH pada setiap sampel air.

Variasi perubahan nilai pH air dari setiap sampel tidak dipengaruhi secara langsung oleh jarak tempuh air dalam sistem perpipaan, perubahan yang terjadi dapat disebabkan karena adanya pipa distribusi yang rusak atau bocor, sehingga memungkinkan suplai air dari luar yang dapat menyebabkan pencemaran air dan peningkatan jumlah dan aktifitas mikroorganisme terutama bakteri dalam metabolism hidup sehingga memberikan kontribusi dalam menyebabkan penurunan nilai pH dalam air (Triatmaja, 2006 dalam Asryadin, 2012)..

5.3.3 Kekeruhan

Pada dasarnya kekeruhan air disebabkan adanya zat padat yang tersuspensi baik organik maupun anorganik. Banyaknya zat padat tersuspensi ini akan mendukung perkembangbiakan bakteri. Semakin

jernih/tidak keruh air maka akan menghambat perkembangbiakan bakteri yang mungkin ada dalam air. Sesuai Permenkes RI nomor 492/MENKES/PER/2010 tentang persyaratan kualialitas air minum, standar kekeruhan air adalah < 5 NTU.

Hasil pengukuran rata-rata kekeruhan pada jaringan distribusi IPA Cileng adalah 0,489 NTU dengan nilai minimal nilai adalah 0,20 dan nilai maksimal 1,70 NTU. Penelitian Wiwin Anggraini (2017) bahwa rata-rata kekeruhan adalah 2 NTU dengan nilai minimum 0,77 NTU dan nilai maksimal 3,93 NTU. Penelitian tersebut sama-sama melakukan pengukuran kekeruhan air di jaringan distribusi PDAM ternyata memiliki nilai kekeruhan yang berbeda di setiap lokasi pengambilan sampel.

Faktor lain yang dapat mengakibatkan kekeruhan adalah adanya kebocoran pipa selama proses distribusi air. Kebocoran pipa dapat mengakibatkan zat-zat asing dari luar pipa tertarik masuk kedalam pipa sehingga mangakibatkan kekeruhan pada air. Selain kekeruhan juga dapat disebabkan oleh kran air yang tidak sering dibuka atau jarang digunakan maka akan mengakibatkan waktu tinggal air meningkat sehingga dapat mengakibatkan pengendapan partikel-partikel yang ikut dalam air.

5.3.4 Jarak

Jarak adalah ukuran yang menggambarkan seberapa jauh tempat pengolahan air dengan konsumen. Pengukuran jarak pada penelitian ini menggunakan alat bantu peta jaringan yang didapatkan dari bagian produksi PDAM Lawu Tirta Magetan. Hasil pengukuran rata-rata jarak

pada distribusi IPA Cileng didapatkan hasil 3,15 km dengan minimal jarak 2,05 km dan maksimal jarak 4,25 km.

5.3.5 Faktor yang Berhubungan dengan Sisa Klor pada Jaringan Distribusi Air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

Berdasarkan analisis bivariat, variabel yang terbukti berhubungan dengan sisa klor pada jaringan distribusi air IPA Cileng adalah adalah pH, kekeruhan dan jarak rumah dengan IPA Cileng.

A. Hubungan Antara pH dengan Sisa Klor pada Jaringan Distribusi Air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

Hasil pemeriksaan rata-rata sisa klor adalah 0,175 mg/l yang mana berdasarkan Permenkes RI 736/Menkes/PER/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air minum tidak memenuhi syarat karena nilai sisa klor < 0,2 mg/l. Sedangkan rata-rata pH sebesar 6,592, sesuai dengan Permenkes RI Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Dari hasil pemeriksaan menunjukan bahwa pada nilai tertinggi sisa klor yaitu sebesar 0,43 mg/l didapatkan nilai pH sebesar 6,28, sementara itu pada nilai pH terkecil yaitu sebesar 0,01 mg/l didapatkan nilai pH sebesar 6,93.

Berdasarkan uji statistik diperoleh nilai *P Value Sig.* 0,000 yang artinya ada hubungan antara pH dengan sisa Klor pada jaringan

distribusi air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan. Nilai koefisien korelasi menunjukkan nilai korelasi negatif dengan kekuatan yang sangat kuat antara pH dengan sisa klor (r= - 0,886). Hasil uji korelasi bertanda negatif, berarti bahwa semakin tinggi pH air distribusi maka nilai sisa klor akan semakin sedikit pada jaringan distribusi air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan. Dengan koefisien determinasi (r2=78,4%) berarti pH air berpengaruh sebesar 78,4% dalam penurunan sisa klor pada jaringan distribusi air minum IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Reri Afrianita (2016) bahwa sisa klor akan semakin menurun seiring naiknya nilai pH dengan hasil pemeriksaan sisa klor sebesar 0,479 mg/l dengan pH sebesar 7,27 dan sisa klor 0,142 mg/l dengan nilai pH 8,12. Perubahan pH dalam air berhubungan dengan daya kerja klor. Kaporit bereaksi dengan air menghasilkan asam hipoklorit (HOCl) dan $Ca(OH)_2$ dengan reaksi sebagai berikut :

$$Ca(OCl)_2 + 2\ H_2O \longrightarrow 2HOCl + Ca(OH)_2$$

$$HOCl \longrightarrow H^+ + OCl^-$$

Asam hipoklorit akan semakin berkurang dalam distribusi air minum untuk membunuh bakteri yang masuk selama pendistribusian air minum, sedangkan $Ca(OH)_2$ bersifat basa atau alkalis (Rohim, 2006 dalam Reri 2016).

Hal ini juga didukung penelitian lain yang dilakukan oleh Asrydin (2012) tentang Pengaruh jarak tempuh air dari unit pengolahan air terhadap pH, suhu, kadar sisa klor, dan angka lempeng total bakteri (ALTB) pada PDAM Kota Bima Nusa Tenggara Barat yang mengacu pada persyaratan Permenkes RI No. 492/Menkes/SK/IV/2010. Dengan hasil pemeriksaan sisa klor sebesar 0,45 mg/l pada kondisi pH 7,674 hingga sisa klor sebesar 0,0975 mg/l pada pH sebesar 8,575.

Hasil pengukuran pH selama penelitian ini menunjukkan hasil sebesar 6,23-6,93 dimana persyaratan menurut Peraturatan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492/MENKES/PER/2010 sebesar antara 6,5-8,5 sehingga disimpulkan pH air memenuhi persyaratan kualitas air minum. pH menunjukkan tinggi rendahnya ion hidrogen dalam air. Nilai pH sangat penting diketahui karena banyak reaksi kimia dan biokimia terjadi pada tingkat pH tertentu, seperti proses nitrifikasi yang akan berakhir jika pH rendah. pH yang netral dapat mendukung proses pengolahan sehingga dapat dilakukan secara efektif. Kegunaan pengaturan pH dalam instalasi air minum bertujuan untuk mengendalikan korosif perpipaan dalam sistem distribusi (Daud, 2001 dalam Reri 2016)

Berdasarkan penjelasan diatas hasil pengukuran rata-rata dari sisa klor masih belum sesuai standar yang ditetapkan pemerintah melaluai Permenkes RI 736/Menkes/PER/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air minum. Jika sisa klor kurang dari 0,2 mg/l maka

kemungkinan menyebabkan kemampuan desinfektan berkurang sehingga jumlah bakteri dapat berkembang dalam air dan mengakibatkan *waterborne diseases* pada masyarakat. Berdasarkan hasil studi pendahuluan dengan sisa klor yang hanya tersisa sebesar 0,1 mg/l setelah dilakukan pemeriksaan sampel MPN Coliform ternyata masih terdapat bakteri coliform pada air yang mana bakteri tersebut dapat mengakibatkan *waterborne diseases,* salah satunya yaitu penyakit diare.

Berdasarkan profil Puskesmas Parang penyakit diare secara turun temurun selalu menempati posisi 10 besar penyakit di puskesmas tersebut, yang mana kecamatan tersebut merupakan wilayah distribusi air dari IPA Cileng. Dari penjelasan tersebut diharapkan upaya yang dapat dilakukan oleh pihak PDAM sebaiknya selalu memperhatikan sisa klor dan pH air tetap dalam keadaan netral agar kualias air minum distribusi ke masyarakat tetap baik.

B. Hubungan Antara Kekeruhan dengan Sisa Klor pada Jaringan Distribusi Air Minum IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

Hasil pemeriksaan sisa klor 0,43 mg/l dengan kekeruhan sebesar 0,38 NTU dan sisa klor 0,01 mg/l dengan nilai kekeruhan sebesar 1,21 NTU. Sesuai Permenkes RI nomor 492/MENKES/PER/2010 tentang persyaratan kualialitas air minum, standar kekeruhan air adalah < 5 NTU. Pada penelitian ini nilai kekeruhan adalah 0,20 sampai 1,70 NTU dengan nilai rata-rata adalah 0,489 NTU nilai tersebut masih memenuhi nilai baku mutu persyaratan air minum.

Berdasarkan uji statistik menggunakan *korelasi pearson* menunjukkan bahwa nilai *P Value Sig.* 0,024 < 0,05 berarti ada hubungan antara kekeruhan dengan sisa klor pada jaringan distribusi air minum IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan. Sedangkan untuk nilai koefisien korelasinya (r = -0,336). Uji korelasi menunjukkan tanda negatif, berarti bahwa semakin tinggi kekeruhan dalam air maka semakin kecil nilai sisa klor dalam air distribusi IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan. Dengan koefisien determinasi (r2=11,2%) berarti kekeruhan air berpengaruh sebesar 11,2% dalam penurunan sisa klor pada jaringan distribusi air minum IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

Pada dasarnya kekeruhan air disebabkan adanya zat padat yang tersuspensi baik organik maupun anorganik. Banyaknya zat padat tersuspensi ini akan mendukung perkembangbiakan bakteri. Semakin jernih/tidak keruh air maka akan menghambat perkembangbiakan bakteri yang mungkin ada dalam air. Selain itu dalam air yang keruh akan sulit dilakukan desinfeksi karena mikroba akan terlindungi zat tersuspensi tersebut (Slamet, 1996 dalam Muhammad Desiandi 2009, dalam Reri 2016).

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Azhar (2012) tentang pengaruh residual klorin terhadap kualitas mikrobiologi jaringan distribusi air bersih IPA Cilandak menunjukkan bahwa ada hubungan antara kekeruhan dengan sisa klor pada jaringan distribusi air bersih IPA Cilandak. Berdasarkan persamaan korelasi yang dilakukan bahwa semakin

tinggi kandungan zat organik penyebab kekeruhan dalam air maka semakin rendah konsentrasi klor dalam air. Semakin rendah konsentrasi klor dalam air berarti semakin sedikit desinfektan yang akan memberikan kemungkinan lebih besar untuk bakteri hidup dalam air. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai kekeruhan secara tidak langsung akan menyebabkan semakin tinggi jumlah mikrobiologi.

Kekeruhan yang tinggi akan menjadi kendala dalam setiap upaya pengolahan air bersih, karena kekeruhan tidak hanya akan menurunkan nilai estetika dari air tersebut, namun juga diketahui bahwa kekeruhan merupakan tempat berlindung bagi mikroba dari desinfektan (Azhar, 2012).

Berdasarkan penjelasan diatas diharapkan pihak PDAM untuk selalu memperhatiakan tingkat kekeruhan air yang di distribusikan ke masyarakat agar masyarakat tetap terhindar dari bahaya bakteri yang mungkin ada dalam air yang tidak dapat dibunuh oleh desinfektan karena zat terlarut dalam air yang menyebabkan kekeruhan.

C. Hubungan Antara Jarak rumah dengan Sisa Klor pada jaringan distribusi air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

Hasil rata-rata pemeriksaan sisa klor adalah 0,175 mg/l dengan rata-rata jarak pengambilan sampel adalah 3,150 km dari IPA Cileng. Dari hasil pemeriksaan menunjukkan hasil bahwa pada jarak terdekat penelitian yaitu 2,05 km diperoleh sisa klor sebesar 0,43 mg/l dan dengan jarak terjauh penelitian yaitu pada jarak 4,25 km dari IPA Cileng diperoleh hasil

sisa klor sebesar 0,01 mg/l, hal ini menurut Permenkes RI 736/Menkes/PER/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air minum yang mana pada titik terjauh sisa klor harus tersisa sebesar 0,2 mg/l, maka sisa klor pada jarak 4,25 km dari jaringan distribusi air IPA Cileng belum sesuai standar baku mutu.

Hasil uji bivariat pada tabel 5.6 menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara jarak rumah dengan sisa klor pada jaringan distribusi air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan, karena diperoleh nilai *P Value Sig.* 0,000 < 0,05 dengan nilai koefisien korelasi (r = -0,731). Koralasi negatif menunjukkan bahwa semakin jauh jarak rumah dengan IPA Cileng maka semakin kecil sisa klor yang ada dalam air distribusi IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan. Dengan koefisien determinasi (r2=53,4%) berarti jarak rumah dengan IPA Cileng berpengaruh sebesar 53,4% dalam penurunan sisa klor pada jaringan distribusi air minum IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

Jika sisa klor tidak sesuai dengan syarat baku mutu maka kemungkinan dapat menyebabkan kemampuan desinfektan berkurang sehingga jumlah bakteri dapat berkembang dalam air dan mengakibatkan *waterborne diseases* pada masyarakat (Sumirat, 2002). Berdasarkan hasil studi pendahuluan dengan sisa klor yang hanya tersisa sebesar 0,1 mg/l setelah dilakukan pemeriksaan sampel MPN Coliform ternyata masih terdapat bakteri coliform pada air yang mana bakteri tersebut dapat mengakibatkan *waterborne diseases*, salah satunya yaitu penyakit diare.

Berdasarkan profil Puskesmas Parang penyakit diare secara turun temurun selalu menempati posisi 10 besar penyakit di puskesmas tersebut, yang mana kecamatan tersebut merupakan wilayah distribusi air dari IPA Cileng.

Berdasakan Penelitian Putri (2012) dalam Reri (2016) di PDAM Nganjuk memperoleh bahwa kadar sisa klor akan habis pada jarak 8 km sedangkan penelitian Yani dan Roosmini (2008) di PDAM Jaya Jakarta memperoleh bahwa kadar sisa klor akan habis pada jarak 7 km. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Reri Afrianita (2016) bahwa Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 736/Menkes/Per/VI/2010, terdapat enam titik pengukuran tidak masuk ke dalam rentang sisa klor yaitu satu titik dengan nilai 0,142 mg/l, tiga titik dengan nilai 0,16 mg/l, satu titik dengan nilai 0,177 mg/l dan satu titik dengan nilai 0,195 mg/l. Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa masih terdapat wilayah distribusi yang memiliki kadar sisa klor di luar baku mutu sekitar 26,1% dan sebanyak 73,9% wilayah telah memenuhi baku mutu. Wilayah yang memliki kadar sisa klor di bawah baku mutu berada pada jarak 3-6 km.

Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan Asryadi (2012) tentang pengaruh jarak termpuh air dari unit pengolahan air terhadap pH, suhu, kadar sisa klor, dan angka lempeng total bakteri (ALTB) PADA PDAM kota Bima Nusa Tenggara Barat. Dengan hasil pengukuran kadar sisa klor pada air PDAM mengalami penurunan sampai

diperoleh kadar sisa klor tidak memenuhi persyaratan (< 0,2 mg/l) pada jarak tempuh 16 samapi 20 km. Penurunan kadar sisa klor pada jarak tempuh yang menjauhi titik 0 km dimana dilakukan proses klorinasi awal dapat disebabkan oleh berkurangnya kadar sisa klor aktif dalam air selama perjalanan air sampai ke konsumen, hal ini disebabkan daya kerja klor aktif selama perjalanan kontak dengan mikroorganisme penyebab kontaminasi air.

Berdasarkan penjelasan tersebut diharapkan pihak PDAM Lawu Tirta Magetan untuk melakukan pengecekan sisa klor khususnya pada distribusi IPA Cileng secara teratur. Serta berdasarkan penelitan yang dilakukan maka perlu penginjeksian klor pada jarak tempuh 4,25 km dari IPA Cileng karena mengingat jarak tempuh distribusi air yang cukup panjang dari IPA Cileng sampai ke pelanggan terjauh agar kualiatas air tetep terjaga dan memenuhi syarat untuk memuhikebutuhan air setiap hari.

5.4 Keterbatasan Penelitian

Pada penelitian ini untuk melakukan pengambilan sampel air berdasarkan jarak belum menggunakan software EPANET, Epanet merupakan program *computer* yang dapat menggambarkan simulasi *hidrolis* dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Penelitian ini menggunakan peta jaringan dari PDAM Lawu Tirta Magetan yang mana peta jaringan tersebut dianggap mampu menggambarkan lokasi dan jaringan perpipaan disrtibusi air IPA Cileng yang sesuai dengan keadaan sebenarnya

yang biasa digunakan oleh pihak PDAM Lawu Tirta Magetan untuk menentukan jarak dan lokasi dalam pengambilan sampel.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Pada bab ini akan dibahas kesimpulan dan saran dari hasil penelitian tentang sisa klorin pada distribusi jaringan air minum IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengukuran rata-rata sisa klor dalam air distrubusi IPA Cileng adalah 0,17 mg/l. Menurut Permenkes RI 736/Menkes/PER/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air minum tidak memenuhi syarat karena rata-rata sisa klor < 0,2 mg/l.
2. Berdasarkan hasil pengukuran rata-rata pH dalam air distrubusi IPA Cileng adalah 6,59. Berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492/MENKES/PER/2010 rata-rata pH dalam distribusi IPA Cileng memenuhi baku mutu karena masih termasuk dalam rentang 6,5 – 8,5 sesuai baku mutu yang ditetapkan.
3. Dari hasil pemeriksaan rata-rata kekeruhan dalam air distribusi IPA Cileng adalah 0,49 NTU. Berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492/MENKES/PER/2010 rata-rata kekeruhan dalam air distribusi IPA Cileng sesuai baku mutu karena masih berada pada nilai > 5 NTU.

4. Dari hasil pengukuran jarak rumah pelanggan dengan IPA Cileng rata-rata jarak pengambilasn sampel dari IPA Cileng adalah 3,15 Km.
5. Ada hubungan antara sisa klor dengan pH air distribusi air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan karena nilai *p value Sig.* 0,000 < 0,05 dan nilai koefisien korelasi - 0,886. Jadi semakin tinggi nilai pH maka akan semakin kecil sisa klor pada jaringan distribusi IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.
6. Ada hubungan antara sisa klor dan kekeruhan distribusi air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan karena nilai *p value Sig.* 0,024 < 0,05 dan nilai koefisien korelasi - 0,336. Jadi semakin besar nilai kekeruhan maka semakin kecil nilai sisa klor pada jaringan distribusi IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.
7. Ada hubungan sisa klor dengan jarak rumah dari air IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan karena nilai *p value Sig.* 0,000 < 0,05 dan nilai koefisien korelasi - 0,731. Jadi, semakin jauh jarak rumah dengan IPA Cilengeng maka sisa klor akan semakin kecil pada jaringan distribusi IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan.

6.2 Saran

1. Bagi Instansi PDAM Lawu Tirta Magetan
   a. Kepada pihak PDAM Lawu Tirta Magetan untuk rutin melakukan pengecekan kualitas air distribusi IPA Cileng setelah keluar dari reservoir agar kualitas air munum selalu sesuai dengan Permenkes RI Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air

Minum. Dengan begitu diharapkan dapat mencegah penularan penyakit melaluai air atau *waterborne diseases* pada masyarakat, khususnya penyakit diare yang sudah sekian lama termasuk dalam sepuluh besar penyakit pada wilayah kerja Puskesmas Parang Kabupaten Magetan.

b. Pihak PDAM Lawu Tirta diharapkan untuk melakukan penginjeksian klor pada jarak 4,25 km dari IPA Cileng karena berdasar penelitan pada jarak tersebut sisa klor hanya tinggal 0,01 mg/l yang berarti kemampuan klor untuk membunuh bakteri dalam air melemah sehingga berlu penginjeksian ulang klor pda BTA selanjutnya karenan meningat jarak tempuh distribusi sampai kepelanggan terjauh sejauh ± 8 km dari IPA Cileng.

c. Pihak PDAM Lawu Tirta untuk memperbaruai alat penginjeksi klor menggunakan gas klor karena diketaui bahwa dengan menggunakan gas klor tekanan klor akan lebih stabil.

2. Bagi Institusi Pendidikan/ STIKES Bhakti Husada Mulia Madiun

   Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi tambahan wawasan ilmu pengetahuan kesehatan lingkungan tentang faktor-faktor yang berhubungan dengan keberadaan sisa klor padajaringan distribusi air PDAM.

3. Bagi Peneliti Selanjutnya

   Diharapkan kepada peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian dengan menambahkan variabel lain yang belum diteliti oleh peneliti

dengan menambahkan jumlah sampel dan mengidentifikasi jenis bakteri yang dapat hidup pada kondisi sisa klor < 0,2 mg/l pada jaringan distribusi air PDAM.

DAFTAR PUSTAKA

Afrianita, Reri. 2016. *Kajian Kadar Sisa Klor Di Jaringan Distribusi Penyediaan Air Minum Rayon 8 PDAM Kota Padang.* Universitas Andalas.

Anggarini, Wiwin. 2017. *Evaluasi Klor Jaringan Distribusi Zona Air Minum Prima (ZAMP) PDAM Intan Banjar Menggunakan EPANET 2.0.* Universitas Lambung Mangkurat.

Arikunto. 2013. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.

Asmadi, Khayan, Heru S. Kasjono. 2011. *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Yogyakarta: Gosyen Publishing

Asrydin, Crystianingsih, Juliana, Soedarjo. 2012. *Pengaruh Jarak Tempuh Air Dan Unit Pengolahan Air Terhadap PH, Suhu, Kadar sisa Klor Dan Angka Lempeng Total Bakteri (ALBT) pada PDAM Kota Bima Nusa Tenggara Barat.* Poltekes Surabaya.

Astuti, Novitri. 2014. *Penyediaan Air Bersih Oleh Perusahaan Daerah Air Minum Kota Sangatta Kutai Timur*, eJurnal Administrasi Negara, Volume 3, Nomor 2, 2014. Universitas Mulawarman.

Chandra, Budiman. 2007. *Pengentar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Penerbit buku kedokteran EGC.

Damaruta.2014. *Akibat Manusia Mengkonsumsi Air Yang Tidak Bersih*.

Dahlan, M. Sopiyudin. 2017. *Statistik Untuk Kedokteran Dan Kesehatan: Deskriptif, Bivariat Dan Multivariat (Edisi 6).* Jakarta: Epidemologi Indonesia.

Faudi, Azhar. 2012. *Pengaruh Residual Klorin Terhadap Kualitas Mikrobiologi Pada Jaringan Distribusi Air Bersih (studi kasus: Jaringan distribusi air bersih IPA Cilandak*). Skripsi. Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan. Universitas Indonesia

Handayanti, Pratiwi. 2010. *Dampak Gas Klorin Terhadap Kesehatan*. Universitas Sumatra Utara.

Joko, Tri. 2010. *Unit Produksi Dalam Sistem Penyediaan Air Minum*, Yogyakarta: GrahaI llmu

Joko, Tri. 2010. *Unit Air Baku Dalam Sistem Penyediaan Air Minum*, Yogyakarta: GrahaI llmu.

Kodoeatie, Robert J. 2002. *Pengelolaan Sumber Daya Air Dalam Otonomi* Daerah. Yogyakarta: Andi.

Kuswadi. 2004. *Cara Mengukur Kepuasan Karyawan*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

Lapau, Buchari. 2012. *Metode Penelitian Kesehatan: Metode Ilmiah Penulisan Skripsi, Tesis, Dan Disertasi*. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia.

Nazir. 2003. *Metode Penelitian*. Jakarta: Salemba Empat.

Notoatmodjo, Soekidjo. 2012. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.

Nursalam. 2008. *Konsep dan Penerapan Metodologi Penelitian Ilmu Keperawatan.* Jakarta: Salemba Medika.

Oktaviana, Ervin Sakti. 2010. *Prediksi kebutuhan Air Bersih Di Perusahaan Daerah Air Minum Kabupaten Ngawi Sampai Dengan Tahun 2025*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

PERMENKES RI. 2010. *Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Jakarta: PERMENKES RI.

PERMENKES RI. 2010. *Peraturan Menteri Kesehatan No.736/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum*. Jakarta: PERMENKES RI.

P P RI. 2005. *Peraturan Pemerintah No. 16 tahun 2005 Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: PP RI.

Kristianto, Welly. 2017. *Profil PDAM Lawu Tirta Magetan Tahun 2017*.

Ehud, 2016. *Profil Kesehatan Kabupaten Magetan Tahun 2016*. Dinas Kesehatan Kabuparen Magetan.

Kurniawati, Leni. 2016. Profil *Puskesmas Lemeyan Tahun 2016*. Puskesmas Kecamatan Lembeyan Kabupaten Magetan.

Febriana, Avnie. 2016. *Profil Puskesmas Parang Tahun 2016*. Puskesmas Kecamatan Parang Kabupaten Magetan.

Rahmawati, Agustin. 2017. *Perencanaan Kebutuhan Air Bersih Dikecamatan Kawedanan Kabupaten Magetan Hingga Tahun 2016*. Program Studi Kesehatan Lingkungan Magetan.

Kristianto, Welly. 2014.*RISPAM PDAM Lawu Tirta Magetan 2014*.

Soemirat. 2002. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Pess.

Sofia, Elma. 2015. *Evaluasi keberadaan sisa klor bebas di jaringan distribusi IPA Sungai Lulut PDAM Banjarmasih*, Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat. Kalimantan Selatan, Banjarbaru.

Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sumantri, Arif. 2010. *Kesehatan Lingkungan Dan Perspektif Islam*. Jakarta: Kencana.

Suprihatin, Soparnao, Ono. 2016. *Teknologi Proses Pengolahan Air*, Bogor: IPB Pess

Suyono. 2011. *Ilmu Kesehatan Masyarakat Dalam Konteks Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

Widiastuti, Palupi. 2011. *Pedoman Mutu Air Minum Edisi 3*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

Yusuf, Muri. 2014. *Metode Penelitian: Kuantitatif, Kualitatif, Dan Penelitian Gabungan Edisi Pertama*. Jakarta: Kencana.

Dokumentasi Foto Kegiatan Selama Penelitian

Gambar 1.1 Alat Pengukur Sisa Klor Dan Kekeruhan	Gambar 1.2 Sampel Air Hasil Pengukuran Sisa Klor
Gambar 1.3 Pengambilan Sampel Air Di Rumah Pelanggan PDAM	Gambar 1.4 Pengukuran Sisa Klor Dengan Alat *Clorimeter*
Gambar 1.5 Pengukuran pH Air dengan Alat pH Meter	Gambar 1.6 Pengukuran Kekeruhan Air Menggunakan Alat *Turbiditymeter*

Nama Mahasiswa : DESI RATNA SARI
NIM : 201403055
Judul : Faktor - faktor yang berpengaruh terhadap keberadaan sisa klorin pada jaringan distribusi air minum IPA Cileng
Pembimbing 1 : Avicena Sakufa, M.Kes
Pembimbing 2 : Cholik Harun, M.Kes

KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR

PRODI S1 KESEHATAN MASYARAKAT

PEMBIMBING 1

NO	TANGGAL	TOPIK / BAB	HASIL KONSULTASI	Ttd
1	21/3/2018	Bab 1	LBM, Tujuan, Keaslian	[signature]
2	26/3/2018	Bab 1	LBM Keaslian	[signature]
3	3/4/2018	Bab 1 → Tujuan → LBM → Studi pendahuluan	Lanjut Bab 2	[signature]
4.	10/4/18	- LBM - TP diperdalam - K. teori	Lanjut bab 3	[signature]
5	7/5/18	- K. teori - TP	Lanjut bab 4	[signature]
6	16/5/18	- D.O - analisis data - Cara kerja alat & bahan		[signature]

PEMBIMBING 2

NO	TANGGAL	TOPIK / BAB	HASIL KONSULTASI	Ttd
1.	26/3/2018	Ac judul		[signature]
2.	28/4/2018	Jarak ? Ga bab 1 Ja + Jarak Lanjut 3		[signature]
3.	15/5/2018	- Pem Rom - DO -		[signature]
4	21/5/2018	DO → Minimal		[signature]

NO	TANGGAL	TOPIK / BAB	HASIL KONSULTASI	Ttd
5	22/5/18	- Lengkapi - Persiapan ujian		[signature]
6.	23/5/18	Ac Sp		[signature]

NO	TANGGAL	TOPIK / BAB	HASIL KONSULTASI	Ttd
7	24/5/18	DO → parameter kesadaan responden lembar observasi dapus		[signature]
8	31/5/18	Acc Sp		[signature]

Kaprodi Kesehatan Masyarakat

( )

Lampiran 2

LEMBAR PENJELASAN PENELITIAN

AssalamualaikumWr, Wb.

Saya Desi Ratna Sari, mahasiswi jurusan Kesehatan Masyarakat peminatan Kesehatan Lingkungan bermaksud akan melakukan penelitian tentang "Faktor-faktor yang mempengaruhi keberadaan sisa klorin pada jaringan distribusi air minum IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan". Penelitian ini merupakan tugas akhir untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat di STIKES Bhakti Husada Mulia Madiun. Pada penelitian ini, peneliti akan bertanya mengenai nama pemilik meteran dan nomer saluran rumah, serta melakukan pengukuran kualitas air pada pelanggan air minum IPA Cileng yang meliputi pengukuran kadar sisa klorin, kekeruhan, pH, serta jarak rumah pelanggan dengan tempat pengolahan air. Setiap hasil pengukuran akan dijaga kerahasiaanya dari siapapun dan tidak akan mempengaruhi pelayanan air dari PDAM.

Akhir kata, saya mengucapkan terima kasih untuk kesediaan dan kerja sama Anda menjadi responden pada penelitian ini.

WassalamualaikumWr, Wb.

Madiun, 2018

Desi Ratna Sari

Penulis

Lampiran 3

LEMBAR PERSETUJUAN TERTULIS SETELAH PENJELAS

(*INFORMED CONCENT*)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama :

Alamat :

Setelah saya membaca serta mengetahui manfaat penelitian, maka saya menyatakan bersedia/tidak bersedia* untuk menjadi responden penelitian dengan judul "FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KEBERADAAN SISA KLORIN PADA JARINGAN DISTRIBUSI AIR MINUM IPA CILENG PDAM LAWU TIRTA MAGETAN". Dengan catatan apabila sewaktu-waktu dirugikan dalam bentuk apapun berhak membatalkan persetujuan. Saya percaya apa yang saya buat di jamin kerahasiaannya.

*Keterangan :Coret yang tidak perlu

Magetan, 2018

Responden

Lampiran 4

Lembar Observasi

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KEBERADAAN SISA KLORIN PADA JARINGAN DISTRIBUSI AIR MINUM IPA CILENG PDAM LAWU TIRTA MAGETAN

Observasi Jaringan Distribusi Pelanggan Air Minum Dari IPA Cileng

Identitas responden:

Nomor Responden :

Nama Responden :

Nomor Saluran Rumah :

No	Variabel Penelitian	Hasil Ukur	Keterangan
1.	Pemeriksaan Sisa Klorin		
2.	Pemeriksaan Kekeruhan Air		
3.	Pemeriksaan pH Air		
4.	Pengukuran Jarak Rumah Dengan Pengolahan Air		

Tabel Analisis Univariat

		sisa_klor	pH	kekeruhan	jarak
N	Valid	45	45	45	45
	Missing	0	0	0	0
Mean		.1753	6.5922	.4982	3.1500
Mode		.08[a]	6.73	.38	2.05[a]
Std. Deviation		.11671	.22623	.28558	.65670
Minimum		.01	6.23	.20	2.05
Maximum		.43	6.93	1.70	4.25

Tabel Normalitas

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
sisa_klor	.126	45	.069	.950	45	.052
Ph	.129	45	.059	.921	45	.004
kekeruhan	.187	45	.000	.755	45	.000
jarak	.066	45	.200[*]	.956	45	.085

Korelasi sisa klor dengan pH

		sisa_klor	pH
sisa_klor	Pearson Correlation	1	-.886[**]
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	45	45
pH	Pearson Correlation	-.886[**]	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	45	45

Korelasi sisa klor dengan kekeruhan

		sisa_klor	kekeruhan
sisa_klor	Pearson Correlation	1	-.336*
	Sig. (2-tailed)		.024
	N	45	45
kekeruhan	Pearson Correlation	-.336*	1
	Sig. (2-tailed)	.024	
	N	45	45

Korelasi sisa klor dengan jarak

		sisa_klor	jarak
sisa_klor	Pearson Correlation	1	-.731**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	45	45
jarak	Pearson Correlation	-.731**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	45	45

PRODI KESEHATAN MASYARAKAT
STIKES BHAKTI HUSADA MULIA MADIUN

Nama : Desi Ratna Sari

NIM : 201403055

Judul : Faktor-Faktor yang berhubungan dengan keberadaan sisa klorin pada jaringan distribusi air minum IPA Cileng PDAM Lawu Tirta Magetan

No.	BAB/ SUB BAB	HAL YANG DIREVISI	PENGUJI
1.	BAB 5 BAB 6	Abstrak Pembahasan sesuai tujuan Kesimpulan	Ketua Dewan Penguji : Beny Suyanto, S.Pd., M.Si NIP. 196401201985031003
2.	BAB 1	Kata Pengantar Daftar Pustaka Persembahan	Penguji 1 : Avicena Sakufa Marsanti, S.KM., M.Kes NIS. 20150114
3.	BAB 5	Pembahasan sesuai tujuan	Penguji 2 : Cholik Harun R. M.Kes NIS. 2005006

Madiun, September 2018
Kaprodi Kesehatan Masyarakat

Avicena Sakufa Marsanti, S.KM., M.Kes
NIS. 20150114