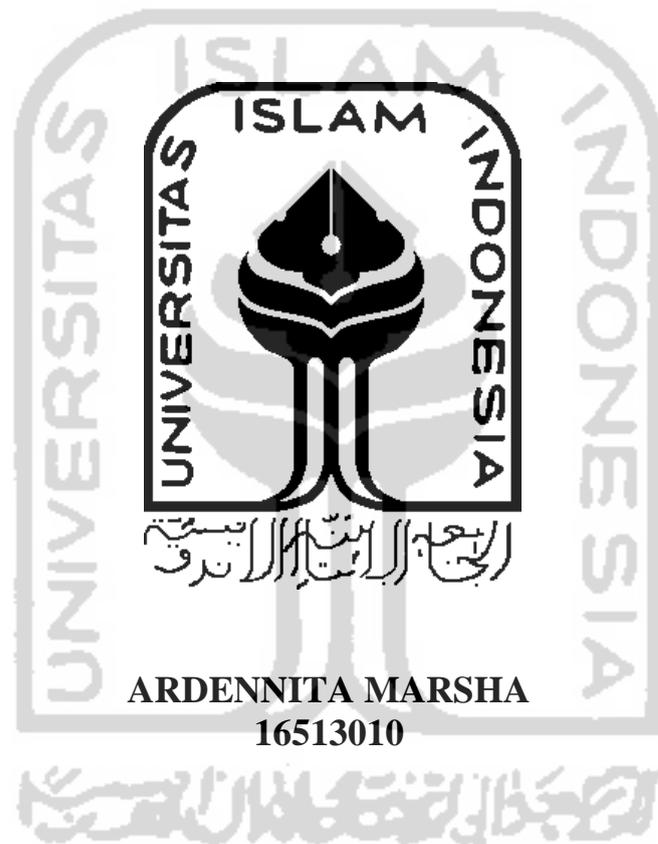


TA/TL/2020/1200

TUGAS AKHIR
EVALUASI SISTEM DISINFEKSI PADA
PDAM SLEMAN UNIT TRIDADI

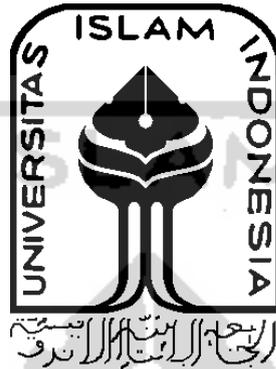
Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020

TUGAS AKHIR
EVALUASI SISTEM DISINFEKSI PADA
PDAM SLEMAN UNIT TRIDADI

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh
Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



ARDENNITA MARSHA 16513010

Disetujui, Dosen
Pembimbing:

Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T.
NIK 025100407

Tanggal: 2 Juni 2020

Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc.
NIK 165131304

Tanggal:



Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Eko Siswoyo, S.T., M.Sc., ES., Ph.D. NIK
025100406

Tanggal

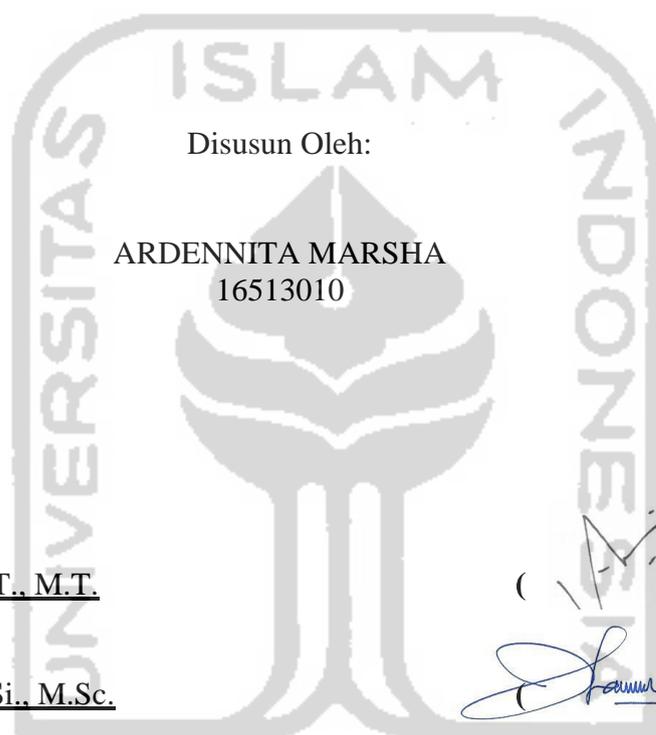
HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI SISTEM DISINFEKSI PADA PDAM SLEMAN UNIT TRIDADI

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji Hari :

Selasa

Tanggal : 2 Juni 2020



Disusun Oleh:

ARDENNITA MARSHA
16513010

Tim Penguji :

Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T.

Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc.

Luthfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc

()

()

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 20 April 2020

Yang membuat pernyataan,



METERAI
TEMPEL
QEDFAAHF479417925
6000
ENAM RIBU RUPIAH
Nama: Ardennita Marsha
NIM: 16513010

Nama: Ardennita Marsha

NIM: 16513010



PRAKATA

Alhamdulillah rabbil 'alamin

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya dan karena rahmatNya yang tak terhitung penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Evaluasi Sistem Disinfeksi Pada Unit Tridadi PDAM Sleman”**

Penulisan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik bagi mahasiswa program S1 pada Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Penulis menyadari bahwa dalam penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna, hal ini dikarenakan adanya keterbatasan kemampuan yang penulis miliki.

Atas segala kekurangan dalam penelitian ini, penulis sangat mengharapkan masukan dan kritik yang bersifat membangun dan mengarahkan pada penyempurnaan penelitian ini.

Selama menyelesaikan penelitian ini, penulis telah banyak menerima dukungan dan bantuan dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang membantu. Ucapan syukur ini penulis sampaikan kepada :

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang telah memberikan segala kenikmatan lahir batin dalam hidup saya.
2. Papa dan Mama yang telah menjadi orang tua hebat, selalu memberikan motivasi, cinta, nasihat dan kasih sayang serta doa yang tak terhitung.
3. Kakek saya Soemarmo, yang selalu mendukung dan mendoakan saya untuk menjadi sarjana teknik.
4. Nadianisa Marsha, kakak saya dan seluruh keluarga yang selalu mendoakan dan mendukung saya.
5. Bapak Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.Es., M.Sc., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Indonesia.
6. Bapak Dr.Andik Yulianto,S.T.,M.T. selaku pembimbing I dan Bapak Dhandun Wacano ,S.Si., M.Sc selaku pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan banyak ilmu bermanfaat kepada saya.
7. Bapak/Ibu Dosen Teknik Lingkungan yang sudah banyak membantu selama masa perkuliahan.
8. Seluruh jajaran PDAM Sleman, termasuk jajaran dari PDAM Pusat dan Unit Tridadi yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing, mengizinkan dan membantu saya dalam mengerjakan tugas akhir.
9. Seluruh teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2016 yang tidak bias saya sebutkan satu persatu, teman terdekat saya selama masa perkuliahan dan Damayanti selaku partner sekaligus sahabat saya yang telah bekerjasama dengan baik, membantu dan menemani selama masa perkuliahan maupun pengerjaan tugas akhir.
10. Seluruh teman terdekat saya dari masa SMA, Hafidh Adit, Amelia Hapsari, Hanan Nisa, Ayu Puspitaningrum, Ananda Octovera, Aulia

Salsabila, dan Meyliana Safitri yang telah mensupport saya sampai saat ini.

11. Semua pihak yang telah membantu dan tidak bisa saya sebutkan satu persatu

Akhir kata penulis menyadari akan banyaknya kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini, untuk itu penulis memohon maaf dan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta,

Ardennita Marsha



ABSTRAK

Ardennita Marsha. Evaluasi Sistem Disinfeksi pada Unit Tridadi PDAM Sleman. Dibimbing oleh Dr.Andik Yulianto,S.T.,M.T. dan Dhandun Wacano ,S.Si., M.Sc.

Pemantauan kualitas air minum pada sistem distribusi dapat dipermudah dengan adanya pemodelan untuk mengetahui sisa klorin pada jaringan. Proses klorinasi yang terjadi dalam jaringan dapat menyebabkan munculnya residu klorin, menurut Permenkes No.763/Menkes/PER/VI/2010 konsentrasi aman klorin minimum yaitu 0,2 mg/l dan maksimum 1 mg/l. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi sistem disinfeksi pada IPA dan jaringan distribusi. Sistem disinfeksi pada PDAM Lemam Unit Tridadi sesuai dengan regulasi yang berlaku. Penelitian dilakukan dengan melakukan pengukuran konsentrasi klorin di lapangan, melakukan uji laboratorium dan simulasi menggunakan software EPANET. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode *purposive sampling*, yaitu sampel diambil dari beberapa titik tertentu untuk mewakili keadaan keseluruhan jaringan ditribusi. Dari hasil uji laboratorium dan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa Prosedur pengoperasian unit disinfeksi Unit Tridadi sudah sesuai dengan PUPR 26/PRT/M/2014 tentang Prosedur Operasional Standar Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum, namun konsentrasi sisa klorin dan total *coliform* pada titik tertentu masih belum memenuhi baku mutu. Untuk itu, perlu adanya penambahan injeksi di beberapa titik jaringan dalam mempertahankan sisa klorin. Hasil pengukuran di lapangan dan pemodelan dengan EPANET memiliki perbedaan <30%, sehingga pemodelan menggunakan EPANET bisa dan dapat dilakukan untuk memudahkan pemantauan dan pengembangan jaringan. Sehingga penambahan titik lokasi injeksi klorin dapat dimodelkan dahulu menggunakan software EPANET, pemodelan tersebut berfungsi sebagai pertimbangan dalam menentukan titik lokasi injeksi klorin.

Kata kunci: Evaluasi, Disinfeksi, PDAM Sleman, Klorin, Sistem Distribusi

ABSTRACT

Ardennita Marsha. *Evaluation of Disinfection Systems at Tridadi Unit in Sleman PDAM. Supervised by Dr.Andik Yulianto, S.T., M.T. and Dhandun Wacano, S.Sc., M.Sc.*

Monitoring the quality of drinking water in the distribution system can be easier with modeling to find out residual chlorine. The chlorination process that occurs in pipes can cause the emergence of chlorine residues, according to Permenkes No.763/Menkes/PER/VI/2010 the minimum safe chlorine concentration is 0.2 mg / l and a maximum of 1 mg / l. This study aims to evaluate the disinfection system in natural sciences and distribution networks in PDAM Tridadi Unit, Sleman Regency accordance with applicable regulations. The study was measuring the concentration of chlorine in the field, doing a laboratory tests and simulations using EPANET software. The research method used is purposive sampling method, the sample is taken from several specific points to represent the overall condition of the distribution network. From the results of laboratory tests and analysis results it can be concluded that the Tridadi Unit disinfection unit operating procedures are in

accordance with PUPR 26 / PRT / M / 2014 concerning Standard Operating Procedures for the Management of Drinking Water Supply Systems, but the concentration of residual chlorine and total coliform at a certain point still does not fulfill yet with the requirements. The results of measurements in the field and modeling with EPANET have a difference about <30%, so modeling using EPANET can be used to facilitate monitoring and network development. Therefore, addition chlorine injection point can be modeled first using EPANET software, the modeling serves as a consideration in determining the location of the chlorine injection point.

Keywords: Evaluation, Disinfection, Sleman PDAM, Chlor, Distribution System



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Pengertian Air Minum.....	3
2.2 Standar Kebutuhan Air Minum.....	3
2.3 Proses Pengolahan Air Minum	4
2.4 Kualitas Air Produksi	5
2.5 Disinfeksi	5
2.6 Proses Klorinasi	6
2.7 <i>Break Point Chlorination (BPC)</i>	7
2.8 Analisa Program Epanet 2.0.....	7
BAB III METODE PENELITIAN	9
3.1 Kerangka Penelitian	9
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	9
3.3 Alat dan Bahan	10
3.4 Metode Penelitian.....	10
3.4.1 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel Air	10
3.4.2 Pengambilan Sampel Air.....	15
3.4.3 Pengukuran Koefisien Penurunan Klorin.....	15
3.4.4 Pengukuran Parameter Klorin	15
3.4.5 Pemeriksaan Bakteri Total <i>Coliform</i>	16
3.5 Prosedur Analisis Data	18
3.5.1 Perhitungan Nilai Konsentrasi Klorin.....	18
3.5.2 Analisis EPANET 2.0.....	18

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Kondisi Umum PDAM Unit Tridadi Sleman	21
4.1.1 Kualitas Air Baku Unit Tridadi	22
4.1.2 Tekanan Air Pada Wilayah Cakupan Penelitian	23
4.2 Instalasi Pengolahan Air	23
4.3 Unit Disinfeksi	24
4.3.1 Prosedur Pembubuhan Klorin	24
4.3.2 Proses Klorinasi dan Pembubuhan Klorin	25
4.3.3 Hasil Pemodelan Penurunan Sisa Klorin dengan EPANET	28
4.4 Konsentrasi Klorin Bebas dan Jumlah Total <i>Coliform</i> pada Wilayah Cakupan Penelitian	31
4.4.1 Konsentrasi Klorin Bebas pada Wilayah Cakupan Penelitian	31
4.4.2 Jumlah Total <i>Coliform</i> Pada Wilayah Cakupan Penelitian	34
4.5 Identifikasi Masalah dan Rekomendasi	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	45
RIWAYAT HIDUP	59



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik BPC	7
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	9
Gambar 3.2 Peta Lokasi Titik Sampling	14
Gambar 3.3 Diagram Alir Pengukuran Klorin	16
Gambar 3.4 Diagram Alir Pengujian Total <i>Coliform</i>	17
Gambar 3.5 Diagram Alir Pemodelan dengan EPANET	17
Gambar 3.6 Diagram Alir Pengujian Total <i>Coliform</i>	17
Gambar 3.7 Diagram Alir Pemodelan dengan EPANET	19
Gambar 3.8 Diagram Alir Pemodelan dengan EPANET	19
Gambar 4.1 Filter Tank IPA Kadisono	21
Gambar 4.2 Lokasi IPA Kadisono	21
Gambar 4.3 Skema IPA Kadisono	22
Gambar 4.4 Jenis Desinfektan.....	24
Gambar 4.5 Bak Desinfektan.....	25
Gambar 4.6 Skema Pengolahan Air	25
Gambar 4.7 Peta EPANET Jaringan Distribusi sudah di run.....	29
Gambar 4.8 Perubahan Sisa Klorin pukul 00.00-12.00	30
Gambar 4.9 Perubahan Sisa Klorin pukul 12.00-24.00	30
Gambar 4.10 Penurunan Konsentrasi simulasi jam 08.00	31
Gambar 4.11 Penurunan Konsentrasi simulasi jam 13.00	31
Gambar 4.12 Perbandingan Konsentrasi Klorin dan Jarak	32
Gambar 4.13 Perbandingan Jarak, Tekanan dan Sisa Klorin.....	34
Gambar 4.14 Grafik Total <i>Coliform</i>	35
Gambar 4.15 Kurva Pengaruh Sisa Klorin terhadap <i>Coliform</i>	35

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Kebutuhan Air.....	4
Tabel 3.1 Jenis Data Penelitian.....	10
Tabel 4.1 Data Kualitas Air Baku Unit Tridadi.....	23
Tabel 4.2 Rata – Rata Data Tekanan Air Pelanggan Unit Tridadi.....	23
Tabel 4.3 Data Primer dan Sekunder Jaringan Distribusi.....	28
Tabel 4.4 Perhitungan Koefisien Penurunan Sisa Klorin.....	28
Tabel 4.5 Konsentrasi Rata-Rata Sisa Klorin.....	32
Tabel 4.6 Data Elevasi Titik Sampling dan Tekanan.....	33
Tabel 4.7 Identifikasi Permasalahan dan Rekomendasi.....	36

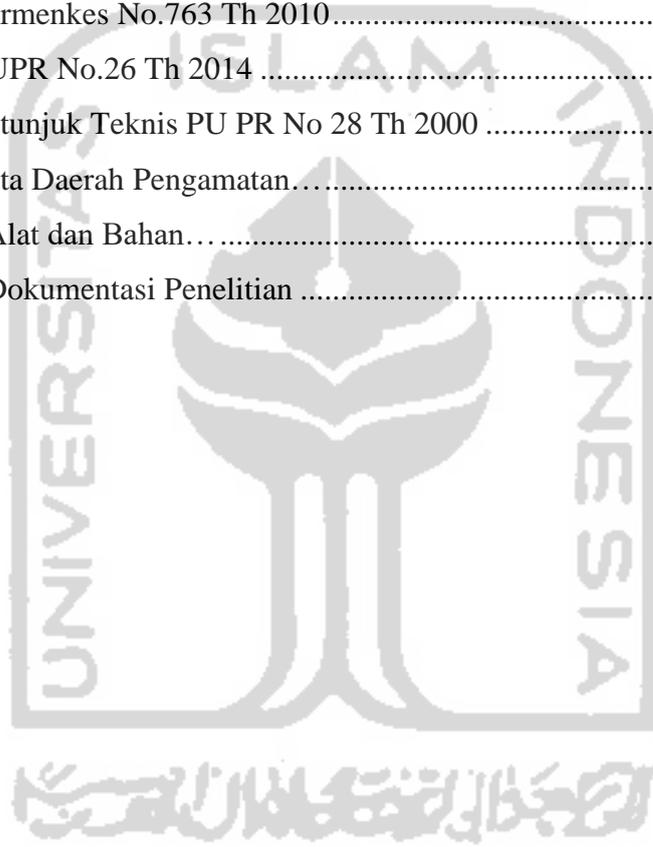


“Halaman ini sengaja dikosongkan”



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengamatan Keseluruhan Volume Titrasi (ml).....	45
Lampiran 2 Data Keseluruhan Tekanan (kg/cm).....	45
Lampiran 3 Perhitungan Konsentrasi Sisa Klorin.....	47
Lampiran 4 Data Air Baku Unit Tridadi PDAM Sleman	49
Lampiran 5 Permenkes No.492 Th 2010.....	51
Lampiran 6 Permenkes No.763 Th 2010.....	52
Lampiran 7 PUPR No.26 Th 2014	53
Lampiran 8 Petunjuk Teknis PU PR No 28 Th 2000	54
Lampiran 9 Peta Daerah Pengamatan.....	55
Lampiran 10 Alat dan Bahan.....	55
Lampiran 11 Dokumentasi Penelitian	57



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air minum yang baik untuk dikonsumsi masyarakat memiliki baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 492/Menkes/SK/IV/2010. Parameter yang ditetapkan pada peraturan tersebut salah satunya ialah parameter mikrobiologi dengan indikator *E. coli* dan total bakteri *coliform* dengan kadar maksimum 0 per 100 ml sampel. Untuk memenuhi kadar yang telah ditentukan tersebut diperlukan adanya pengolahan lebih lanjut pada air baku yang akan dijadikan air minum. Air baku yang telah melewati proses pengolahan, sebelum masuk ke reservoir harus melalui proses akhir pengolahan yang bertujuan membunuh bakteri patogen yang telah diuraikan sebelumnya. Disinfeksi merupakan pengolahan yang tepat untuk membunuh seluruh mikroorganisme patogen dengan membubuhkan disinfektan pada air baku tersebut.

Pada umumnya, senyawa yang digunakan untuk disinfektan ialah senyawa yang mengandung klorin karena dianggap stabil dan ekonomis. Sumber air, jarak, kondisi pipa dan kualitas air baku dapat mempengaruhi kadar sisa klorin pada jaringan distribusi air minum. Menurut Permenkes No 492/Menkes/SK/IV/2010, keberadaan senyawa klorin bebas didalam jaringan distribusi yang diizinkan adalah 0,2 – 0,5 mg/l. Apabila sisa klorin kurang dari 0,2 mg/l kemungkinan akan berdampak pada meningkatnya patogen akibat kemampuan disinfektan yang rendah. Namun sebaliknya, apabila keberadaan sisa klorin lebih dari 0,5 mg/l maka air baku memiliki kemungkinan bersifat karsinogenik terhadap masyarakat yang mengkonsumsi air tersebut.

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Sleman secara keseluruhan menggunakan beberapa tahapan pengolahan yaitu koagulasi-flokulasi, filtrasi, sedimentasi, dan disinfeksi untuk menghasilkan air bersih. PDAM Sleman juga telah secara rutin melakukan pengawasan sisa klorin dengan melakukan uji laboratorium satu kali dalam sebulan. Namun, perlu adanya pengujian kelayakan sistem desinfeksi pada Unit tersebut mengacu pada Permen PU PR 26/PRT/M/2014 tentang Prosedur Operasional Standar Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum dikarenakan Unit Tridadi hanya menggunakan dua bak pengolahan pada unit produksinya, yaitu filtrasi dan disinfeksi. Maka dari itu diperlukan adanya penelitian lebih lanjut di unit tersebut mengenai tata cara pelaksanaan pengawasan air minum sesuai dengan regulasi yang ada.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan dari uraian latar belakang, sistem disinfeksi adalah salah satu komponen penting unit pengolahan air minum, namun belum adanya evaluasi sistem disinfeksi pada PDAM Sleman khususnya Unit Tridadi.

1. Bagaimana kelayakan sistem disinfeksi pada Unit Tridadi PDAM Sleman ?

2. Bagaimana perbandingan antara kondisi faktual di lapangan bila dibandingkan dengan pemodelan disinfeksi menggunakan program distribusi air?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari rumusan permasalahan yang diuraikan, tujuan dari penelitian ini adalah melakukan evaluasi sistem disinfeksi Unit Tridadi PDAM Sleman berdasarkan hasil analisis pemodelan menggunakan *software* EPANET 2.0 dan hasil uji laboratorium mengacu pada Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, Permenkes No 736 Th 2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum dan PU PR 26/PRT/M/2014 tentang Prosedur Operasional Standar Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum.

1.4 Manfaat Penelitian

Ditinjau dari tujuan yang telah diuraikan, penelitian ini memiliki manfaat, antara lain :

1. Mengetahui kondisi eksisting sistem disinfeksi pada Unit Tridadi PDAM Sleman.
2. Mengetahui pengaruh jarak dengan penurunan konsentrasi sisa klorin pada jaringan distribusi
3. Mengetahui pengaruh konsentrasi sisa klorin terhadap total *coliform* dalam jaringan distribusi.
4. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai rekomendasi/referensi PDAM Sleman khususnya pada bagian produksi dalam memantau kualitas air.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup penelitian ini sebagai berikut:

1. Wilayah penelitian dilakukan di Unit Tridadi, Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman.
2. Identifikasi masalah mencakup kelayakan sistem disinfeksi pada Unit Tridadi PDAM Sleman terhadap hasil uji laboratorium pada bidang produksi dan transmisi distribusi (tradis) PDAM Sleman.
3. Wilayah penelitian dilakukan di Unit Tridadi, PDAM Sleman dengan total jarak yang diamati sejauh 1894 m dari instalasi penjernihan dan terbagi menjadi 4 titik pengamatan.
4. Indikator yang digunakan untuk evaluasi sistem disinfeksi adalah sisa klorin bebas dan total *coliform* dalam jaringan distribusi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Air Minum

Menurut Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, air minum adalah air yang telah melalui proses pengolahan atau tanpa pengolahan yang melalui syarat dan dapat langsung diminum. Air minum harus terjamin kualitasnya dan aman bagi kesehatan, air minum yang aman bagi kesehatan harus memenuhi persyaratan fisik, mikrobiologi, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter terdiri dari dua jenis, 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 masing-masing dengan mengacu pada peraturan tambahan yang ditentukan oleh Permenkes RI No. 492/Menkes/ Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Sedangkan, menurut Sutrisno(1991:1) air minum dalam kehidupan manusia merupakan salah satu kebutuhan paling esensial, sehingga kita perlu memenuhinya dalam jumlah dan kualitas yang memadai. Selain untuk dikonsumsi air bersih juga dapat dijadikan sebagai salah satu sarana dalam meningkatkan kesejahteraan hidup melalui upaya peningkatan derajat kesehatan.

2.2 Standar Kebutuhan Air Minum

Dalam sebuah sistem penyediaan air minum, perlu diketahui besar pemakaian dan kebutuhan air. Kebutuhan air dapat diketahui dari jumlah populasi penduduk dalam suatu wilayah tersebut. Untuk memproyeksikan jumlah kebutuhan air bersih, dilakukan dengan memperkirakan kebutuhan air dari kegiatan yang berbeda ditambah perkiraan kehilangan air. Perhitungan kebutuhan air dibagi menjadi dua, yaitu :

- A. Kebutuhan Domestik :
 - sambungan rumah
 - sambungan kran umum
- B. Kebutuhan Non Domestik :
 - Fasilitas sosial (masjid, panti asuhan, rumah sakit dan sebagainya)
 - Fasilitas perdagangan/industri
 - Fasilitas perkantoran dan lain-lainnya

2.2.1 Kebutuhan Domestik

Air merupakan kebutuhan pokok manusia dalam menunjang seluruh aktivitas kehidupannya. Kebutuhan air berdasarkan jenisnya adalah untuk menunjang segala kegiatan manusia, secara garis besar dibedakan menjadi 2 (Kodotie dan Sjarief 2005), salah satunya adalah kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air yang digunakan sebagai keperluan rumah tangga yang terdiri dari sambungan rumah

(SR) dan hidran umum (HU) (Solin 2012). Kebutuhan air ini ditentukan oleh jumlah penduduk dan konsumsi perkapita.

Secara kuantitas jumlah kebutuhan air untuk rumah tangga per kapita tidaklah sama di setiap daerah. Untuk itu, Direktorat Jenderal Cipta Karya (DepPU 2007) juga membagi standar kebutuhan air minum berdasarkan lokasi wilayah dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Standar Kebutuhan Air

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk	Standar Kebutuhan (m ³ /orang/hari)
1	Kota Metropolitan	>1000.000	0,15
2	Kota Besar	500.000 – 1.000.000	0,13
3	Kota Sedang	100.000 – 500.000	0,11
4	Kota Kecil	20.000 – 100.000	0,09
5	Desa	<20.000	0,06

2.3 Proses Pengolahan Air Minum

Pengolahan air minum merupakan suatu proses pengolahan air baku dengan tujuan meningkatkan nilai tambah dengan cara mengurangi berbagai kontaminan yang ada untuk memenuhi syarat tertentu. target dalam skala domestik yaitu menghilangkan mikroorganisme patogen sehingga sumber penyakit dapat terhindar. selain aman, air minum diolah juga untuk menyengangkan secara estetika, seperti tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa. (Suprihatin dkk, 2016).

Menurut Suprihatin, ada lima tahapan penting dalam pengolahan air, diantaranya :

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

Satuan operasi yang diterapkan ditentukan oleh karakteristik air baku dan target mutu hasil air yang telah diolah. Pada dasarnya, proses pengolahan air memiliki dua prinsip, yaitu :

1. Pengolahan lengkap (*Complete Treatment Process*), yaitu air akan mengalami proses pengolahan secara lengkap, baik secara fisik, kimia dan bakteriologi. Pada hakekatnya, pengolahan lengkap ini terdiri dari tiga proses yaitu :
 - a. Pengolahan fisik, yaitu pengolahan yang bertujuan mengurangi kotoran atau benda kasar dan penyisihan lumpur atau pasir.
 - b. Pengolahan kimia, yaitu pengolahan dengan zat-zat kimia untuk meningkatkan kualitas air baku dan dapat masuk ke tahap selanjutnya.

- c. Pengolahan bakteriologi, yaitu pengolahan dengan tujuan membunuh atau memusnahkan bakteri yang ada pada air minum. Seperti membubuhkan disinfektan pada air.
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. (Palupi Widiyastuti, 2011)

2.4 Kualitas Air Produksi

Baku mutu kualitas air produksi mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Dalam peraturan tersebut, terdapat beberapa parameter wajib yang diuji, diantaranya yaitu E.Coli, TDS, suhu atau temperature, pH, Mn(mangan) dan Fe (besi)

2.5 Disinfeksi

Disinfeksi 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 digunakan untuk proses disinfeksi adalah disinfektan. Disinfektan 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).

Pada umumnya, proses disinfeksi dilakukan secara fisik dan kimiawi. Proses disinfeksi secara kimiawi biasanya menggunakan klorin, ozon, dan senyawa halogen. Sedangkan, proses secara fisik biasanya menggunakan sinar ultraviolet, gelombang ultrasonic, ultrafiltrasi, dan reverse osmosis. (Cahyonugroho, 2010). Namun, disinfeksi yang umum digunakan pada pengolahan air minum adalah disinfeksi dengan cara klorinasi karena jenis deinfektan tersebut memiliki beberapa kelebihan dibanding dengan deinfektan lain, yaitu memiliki biaya lebih murah dan lebih mudah didapat serta mudah penanganannya.

Klorin yang digunakan dalam disinfeksi mampu membunuh mikroorganisme patogen seperti virus dan bakteri dengan cara memecah ikatan kimia pada molekulnya seperti merubah struktur ikatan enzim, bahkan merusak struktur kimia enzim. Ketika enzim pada mikroorganisme kontak dengan klorin, satu atau lebih dari atom hidrogen akan diganti oleh ion klorin. Hal ini dapat menyebabkan berubahnya ikatan kimia pada enzim tersebut atau bahkan memutus ikatan kimia enzim, sehingga enzim pada mikroorganisme tidak dapat berfungsi dengan baik dan sel atau bakteri akan mengalami kematian

2.6 Proses Klorinasi

Klorinasi merupakan proses pemberian klorin kedalam air yang telah menjalani proses filtrasi dan merupakan langkah yang maju dalam proses pengolahan air. (Elma Sofia dkk, 2015) Disinfektan yang umum digunakan adalah senyawa yang mengandung klorin karena stabil dan ekonomis. Sisa klorin bertujuan untuk membunuh bakteri yang masuk selama pendistribusian air minum kepada masyarakat. Jika sisa klorin dalam sistem distribusi air terlalu rendah, bakteri dapat berkembang dalam air dan mengakibatkan waterborne diseases pada masyarakat. Kadar sisa klorin yang terlalu tinggi akan menyebabkan bau kaporit yang tajam dan membahayakan kesehatan manusia jika dikonsumsi. Salah satu efek samping dari proses klorinasi adalah *Trihalomethane* (THM) yaitu produk sisa klorinasi yang bersifat karsinogenik (Afrianita et al., 2016).

2.6.1 Kegunaan Klorin

Menurut Arif Sumantri 2010 dalam buku Kesehatan Lingkungan dan Perspektif Islam, Klorin memiliki beberapa manfaat untuk pengolahan air 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

2.6.2 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Klorinasi

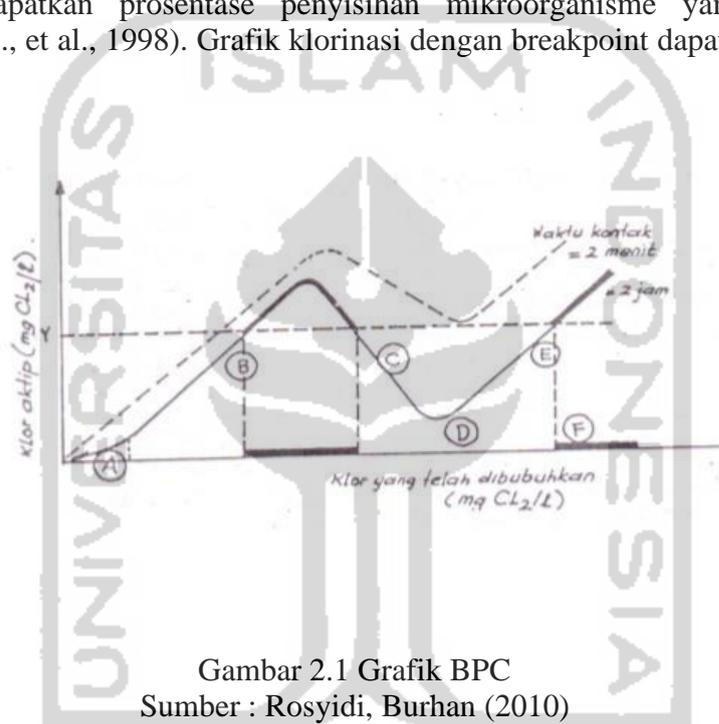
Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kemampuan disinfeksi dalam membunuh mikroorganisme seperti konsentrasi disinfektan, jenis disinfektan, waktu kontak, faktor lingkungan seperti pH, suhu, kualitas air dan jarak tempuh air (Yusuf, 2005)

1. Konsentrasi Disinfektan
Semakin besar konsentrasi disinfektan yang digunakan maka semakin besar pula laju disinfeksinya. Sehingga semakin baik kerja disinfektan dalam membunuh bakteri patogen dalam air.
2. Jenis Disinfektan
Jenis disinfektan yang digunakan berfungsi untuk menentukan nilai koefisien pemusnahan spesifik. Jenis disinfektan yang sering digunakan dalam proses pengolahan air adalah ozonisasi, iradiasi UV, klorinasi dan klorin dioksida
3. Waktu Kontak
Waktu kontak merupakan waktu yang dibutuhkan disinfektan untuk membunuh mikroorganisme.
4. Faktor Lingkungan
Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi disinfeksi diantaranya yaitu pH, suhu atau temperatur, kualitas air baku dan jarak tempuh.

2.7 Break Point Chlorination (BPC)

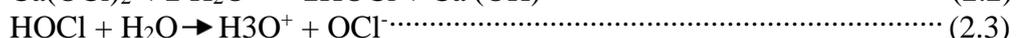
Break Point Chlorination (BPC) adalah penentuan jumlah klorin yang dibutuhkan dalam pereaksian, sehingga semua zat yang dapat dioksidasi menjadi teroksidasi, amoniak hilang sebagai gas N₂, dan masih ada residu klorin aktif terlarut yang konsentrasinya dianggap perlu untuk disinfeksi mikroorganismenya (Santika, S.S., 1987)

Jumlah klorin yang harus ditambahkan untuk mencapai tingkat residu yang diinginkan disebut kebutuhan klorin. Dari grafik BPC yang telah diketahui kebutuhan klorinnya bisa digunakan untuk mendapatkan prosentase penyisihan dari mikroorganismenya. Konsentrasi kaporit yang didapat dari hasil Break Point Chlorination (BPC) harus dikalikan dengan jumlah air yang akan didisinfeksi untuk mendapatkan prosentase penyisihan mikroorganismenya yang optimum (Clesceri, L.S., et al., 1998). Grafik klorinasi dengan breakpoint dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Grafik BPC
Sumber : Rosyidi, Burhan (2010)

Berdasarkan Gambar 2.1 ketika kaporit ditambahkan ke air, maka klorin akan bereaksi dengan ion H⁺ dan radikan OH⁻ pada air.



Ion klorinida (Cl⁻) merupakan ion yang tidak aktif, sedangkan Cl₂, HOCl, dan OCl⁻ dianggap sebagai bahan yang aktif. Asam hipoklorinit (HOCl) yang tidak terurai adalah zat pembasmi yang paling efisien bagi bakteri (Lestari, dkk., 2008).

2.8 Analisa Program Epanet 2.0

EPANET 2.0 adalah program yang dapat menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan ualitas air yang mengalir pada jaringan pipa distribusi. Jaringan

itu sendiri terdiri dari node (titik koneksi pipa), pipa, katup, pompa, dan reservoir. EPANET 2.0 menganalisis aliran air, tekanan air di tiap titik dan kondisi kualitas air berupa konsentrasi bahan kimia yang mengalir di dalam pipa selama periode tertentu.

Program ini didesain sebagai alat bantu untuk mencapai pemahaman tentang pergerakan dan nasib kandungan air minum dalam jaringan distribusi. Selain itu, juga dapat dijadikan sebagai analisa aplikasi jaringan distribusi, contohnya untuk pembuatan desain, alibrasi model hidrolis, analisa hidrolis, analisa klorin dan analisa pelanggan. EPANET 2.0 dapat membantu dalam mengatur strategi untuk merealisasikan kualitas air dalam suatu sistem. Semua itu mencakup hal sebagai berikut:

- a. Alternatif penggunaan sumber dalam berbagai sumber dalam satu system.
- b. Alternatif pemompaan dalam penjadwalan pengisian/pengosongan tangki.
- c. Penggunaan treatment, misal klorinasi pada tangki penyimpanan
- d. Pentargetan pembersihan pipa dan penggantinya.

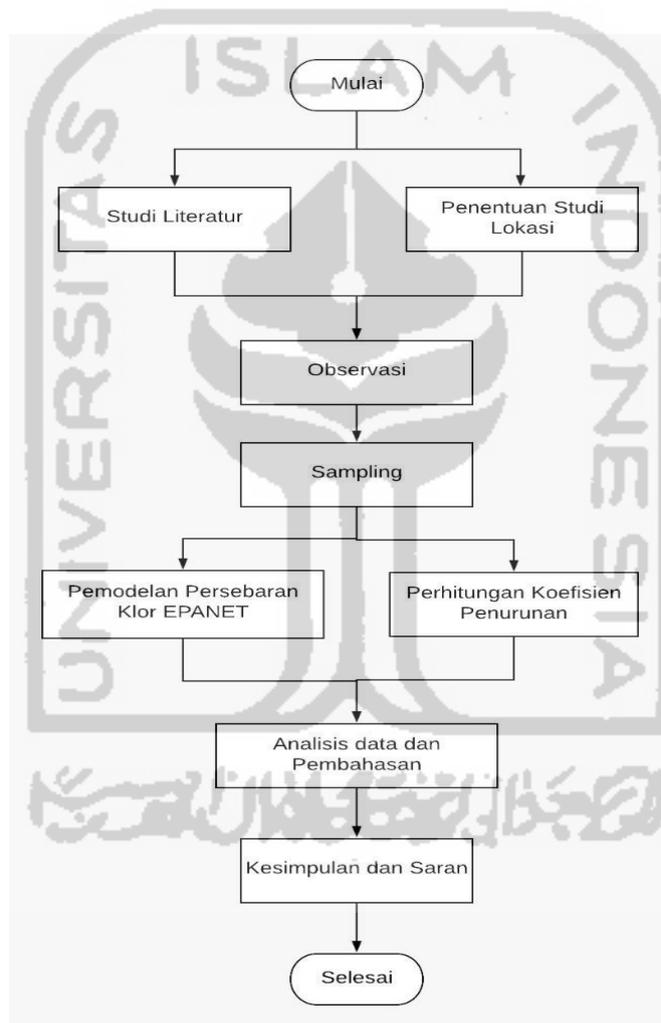
(Panggabean dkk, 2017)

Sudah terdapat banyak studi terdahulu yang menggunakan EPANET sebagai pemodelan penurunan sisa klorin pada jaringan distribusi. Salah satu penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini adalah penelitian tentang evaluasi klorin bebas di jaringan distribusi PDAM Bandarmasih. Pada penelitian ini, Sofia, Riduan, dkk (2015) memeriksa beberapa parameter kualitas air seperti pH air, suhu, dan pemeriksaan kadar sisa klorin menggunakan metode DPD. Pada penelitian ini dilakukan simulasi injeksi konsentrasi klorin pada air distribusi IPA Sungai Lulut PDAM Bandarmasih dengan software EPANET. Kesimpulan dari penelitian ini adalah hasil sampling dilapangan sistem distribusi jaringan air PDAM Bandarmasih IPA Sungai Lulut memiliki sisa klorin antara 0,2 – 0,7 mg/l dan setelah dilakukan simulasi injeksi klorin didapatkan hasil yaitu sisa konsentrasi klorin di jaringan distribusi tergantung pada injeksi konsentrasi klorin di awal distribusi dan jarak antara reservoir ke pelanggan. Semakin besar injeksi konsentrasi klorin maka semakin besar pula sisa klorin yang dihasilkan pada air pelanggan

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian

Dalam melaksanakan evaluasi sistem disinfeksi pada PDAM Sleman Unit Tridadi di Kabupaten Sleman terdapat tahapan-tahapan pekerjaan yang sistematis mengacu kepada tujuan dari penelitian ini seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di instalasi dan jaringan distribusi Unit Tridadi, yang berada di Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman. Kemudian dilakukan analisa parameter klorin

di Laboratorium PDAM atau secara langsung di lapangan menggunakan metode titrasi pada bulan Januari hingga Februari.

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan penelitian dapat dilihat pada Lampiran 10. Tabel 3.1 Berikut merupakan jenis data yang dibutuhkan dalam penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang didapatkan dengan melakukan observasi dan sampling lapangan sedangkan data sekunder diperoleh dari instansi berkaitan yaitu PDAM Sleman Unit Tridadi.

Tabel 3.1 Jenis Data Penelitian

Jenis Data		Metode Pencarian	Acuan yang digunakan
Data Primer	1. Konsentrasi Sisa Klorin (mg/l)	Titrasi Iodometri	Petunjuk Teknis PU PR No 28 Tahun 2000
	2. Tekanan Air Pelanggan (kg/cm ²)		BPPSPAM
	3. Total <i>Coliform</i>	Uji MPN	
Data Sekunder	1. Panjang Pipa (m)	Observasi lapangan	Laporan Teknik Bulanan PDAM Sleman, Unit Tridadi
	2. Diameter Pipa (mm)		
	3. Debit (m ³ /s)		
	4. Kebutuhan kaporit/hari (kg)		

3.4 Metode Penelitian

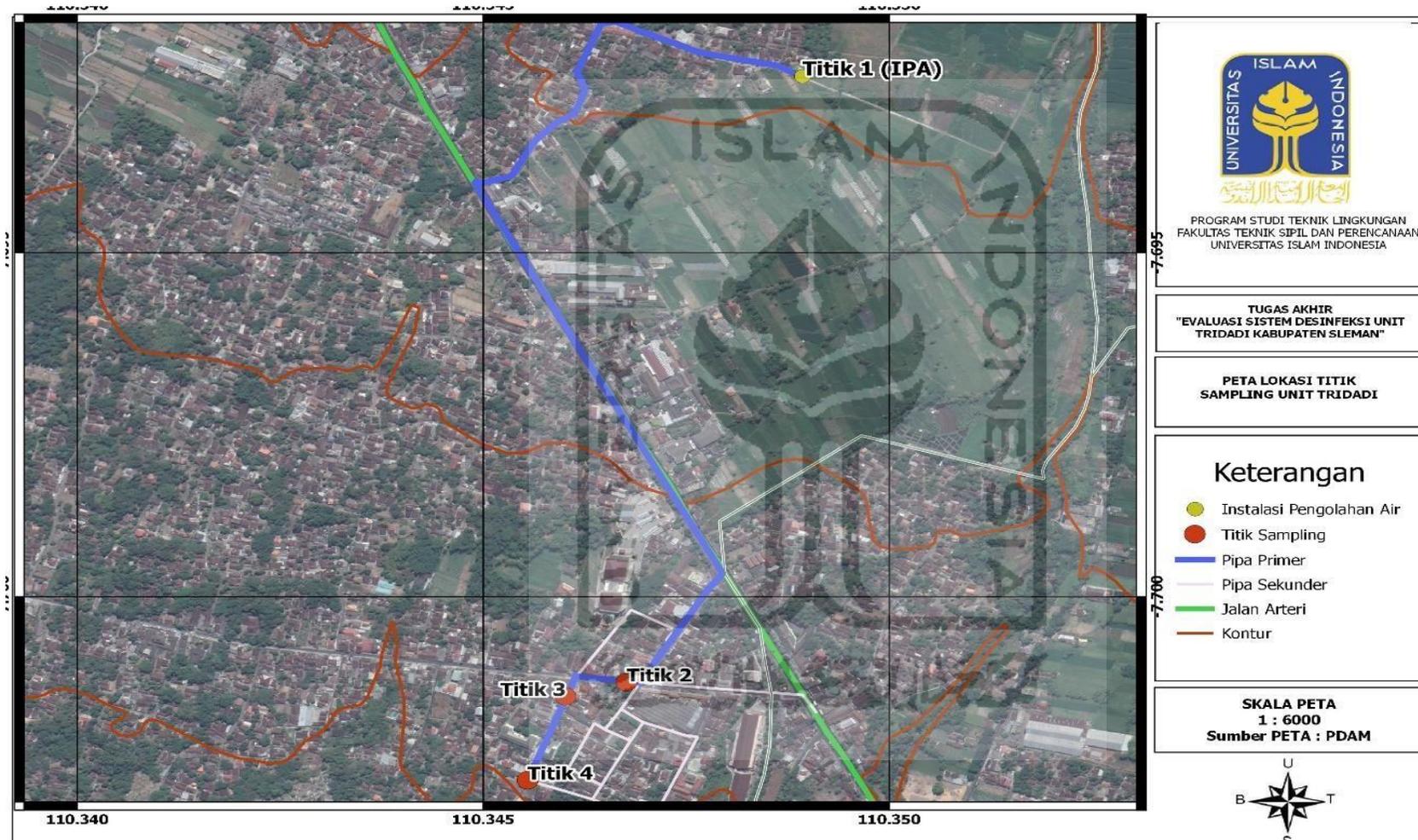
3.4.1 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel Air

Lokasi penelitian dilakukan pada jaringan distribusi pipa, yang berada di Unit Tridadi Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman. Sampel yang akan diambil dalam penelitian ini adalah sampel air. Lokasi Kantor Unit Tridadi terletak pada titik koordinat -7.692267,110.348905. Untuk titik lokasi pengambilan sample air secara rinci terlihat pada Gambar 3.2

Penentuan pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu sampel diambil dari beberapa titik tertentu untuk mewakili keadaan keseluruhan jaringan ditribusi, dengan suatu pertimbangan tertentu seperti sifat-sifat populasi ataupun kriteria yang digunakan. Oleh sebab itu dengan menggunakan metode *purposive sampling*, diharapkan hasil pengukuran sampel pada masing-masing titik pengambilan sampel dapat menggambarkan

kondisi jaringan distribusi pipa. Lokasi titik pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3.2





Gambar 3.2 Peta Lokasi Titik Sampling

3.4.2 Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air mengacu pada SNI 06-2412-1991 tentang Metode Pengambilan Contoh Kualitas Air. Sampel yang diambil sejumlah 9 sampel dalam waktu 1 hari, dengan rentang waktu 7 hari, hal tersebut bertujuan untuk memperoleh data yang bervariasi. Pengambilan ini menggunakan botol plastik yang diambil langsung pada *output* aliran air, kemudian selanjutnya dilakukan pengukuran sampel kualitas air dengan menggunakan metode iodometri.

3.4.3 Pengukuran Koefisien Penurunan Klorin

Dalam melakukan analisa sisa klorin, sebelumnya perlu dilakukan pengamatan di lapangan terkait penentuan penurunan sisa klorin pada sistem distribusi eksisting. Dalam pengamatan ini dicatat lokasi titik sampling (alamat pelanggan) yang nantinya digunakan untuk mengetahui konsentrasi sisa klorin pada titik-titik yang sudah ditentukan, diameter pipa dan debit untuk mengetahui kecepatan aliran dalam pipa.

Berdasarkan pada data yang telah didapatkan dicari konstanta penurunan sisa klorin pada jaringan distribusi sesuai rumus (1)

$$\ln C_e = \ln C_0 - \left(\frac{K}{v}\right)L \dots \dots \dots (1)$$

Dengan :

C_e = Konsentrasi sisa klorin pada jarak tertentu (mg/l)

C_0 = Konsentrasi sisa klorin pada $t=0$ (mg/l)

K = Konstanta penurunan

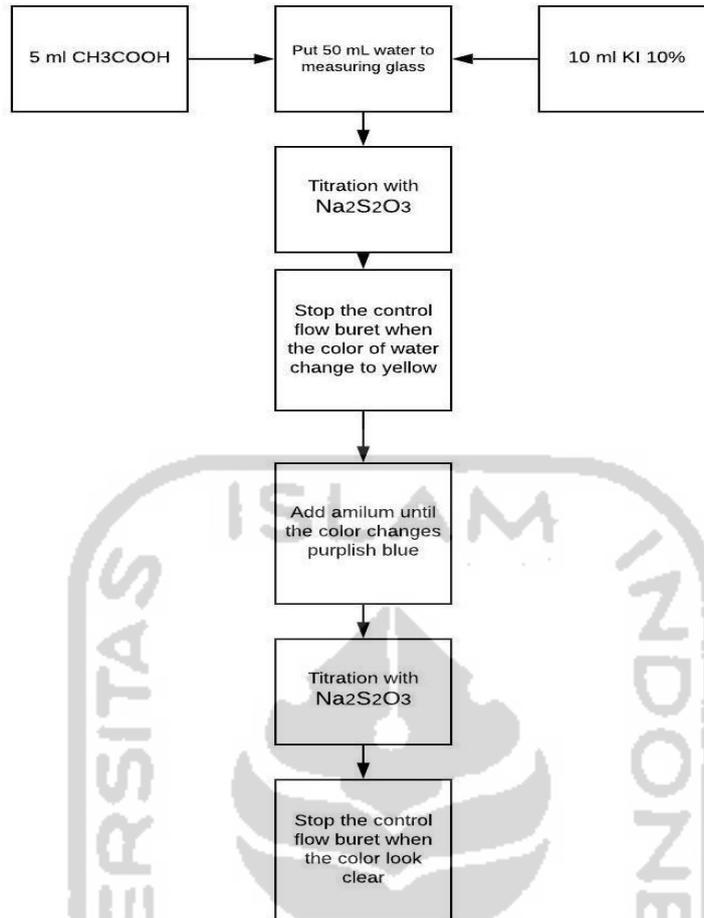
V = Kecepatan (m/s)

L = Jarak aliran (m)

3.4.4 Pengukuran Parameter Klorin

Pengukuran parameter klorin menggunakan metode titrasi iodometri menggunakan larutan standar thiosulfate ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) dengan indikator amilum yang dapat mengubah larutan warna sampel air mengandung klorin menjadi warna kuning pucat setelah ditetesi larutan standar menjadi biru ungu dan berakhir jernih setelah titrasi.

Bilangan peroksida dapat ditentukan dengan metode iodometri menggunakan prinsip pengukur sejumlah iod yang dibebaskan dari KI melalui oksidasi peroksida pada suhu ruang dalam reagen campuran. Iod yang terbentuk titrasi dengan larutan standar menghasilkan ion iodida. Iodometri adalah penetapan kadar suatu zat yang bersifat oksidator dengan menggunakan larutan standar bersifat reduktor. Metode ini menggunakan amilum sebagai indikator yang berfungsi untuk memperjelas titik akhir titrasi. Cara kerja pengukuran konsentrasi klorin dapat dilihat pada Gambar 3.3

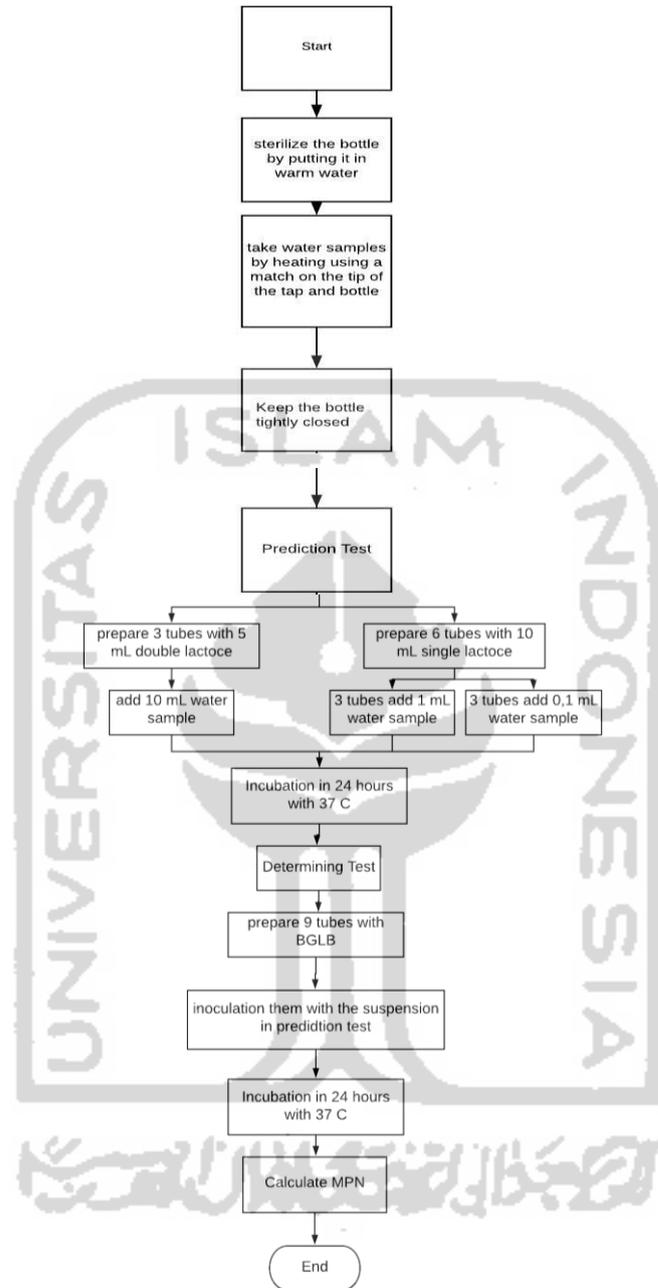


Gambar 3.3 Diagram Alir Pengukuran Klorin

3.4.5 Pemeriksaan Bakteri Total *Coliform*

Pemeriksaan bakteri *total coliform* ini bertujuan untuk menetapkan Jumlah Perkiraan terdekat (JPT) atau *Most Probable Number* (MPN) dari 100 mL sampel

air. Tes ini terbagi menjadi 2 tahapan yaitu tes perkiraan dan tes penetapan. Berikut diagram alir tahapannya



Gambar 3.4 Diagram Alir Pengujian Total Coliform

3.5 Prosedur Analisis Data

3.5.1 Perhitungan Nilai Konsentrasi Klorin

Se telah diperoleh jumlah volume volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ hingga berwarna kuning kemerahan, kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui konsentrasi klorin dengan menggunakan rumus (2)

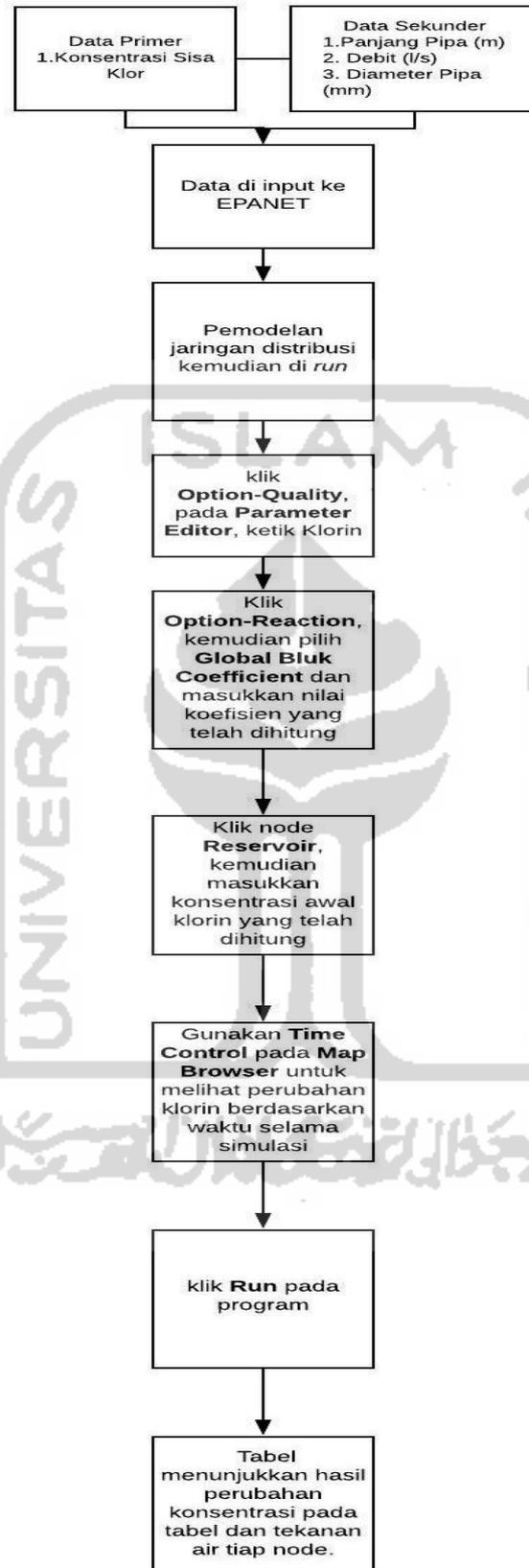
$$\text{Kadar Klorin} = \frac{1000 \times (A-B)N \times 35.46}{v} \dots\dots\dots(2)$$

- A = volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang dipakai penitaran contoh (ml)
- B = volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang dipakai penitaran blanko (ml)
- N = Normalitas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}$
- V = volume sampel (mL)

Sumber : Petunjuk Teknis PU PR No 28 Tahun 2000

3.5.2 Analisis EPANET 2.0

Setelah mendapatkan koefisien penurunan klorin dan berbagai data sekunder yang mendukung untuk melakukan pemodelan jaringan, seperti data lokasi pelayanan, panjang pipa, diameter pipa, jenis pipa, dan debit kebutuhan air, maka dapat di lakukan pemodelan menggunakan EPANET 2.0. Tahap pemodelan ditunjukkan pada Gambar 3.5



Gambar 3.7 Diagram Alir Pemodelan dengan EPANET



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum PDAM Unit Tridadi Sleman

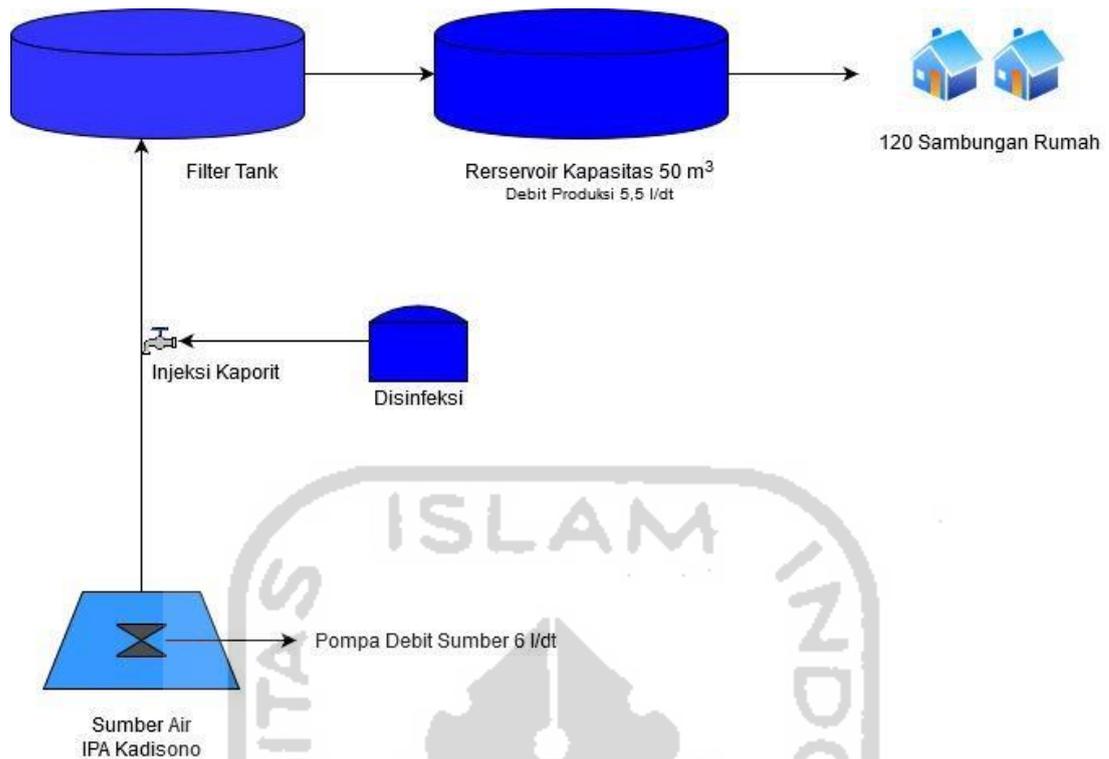
Unit Tridadi merupakan salah satu unit pelayanan PDAM Sleman yang melayani wilayah Kecamatan Tridadi dengan total 1199 pelanggan. Kantor Unit Tridadi terletak di Jl Magelang, Krpyak, Triharjo, Kecamatan Sleman. Unit Tridadi memiliki dua pengolahan air minum dimana lokasi dari kedua pengolahan tersebut cukup berjauhan. Unit pertama yaitu IPA Murangan berlokasi di Jalan Murangan, dibangun pada tahun 1990 dan beroperasi pada tahun 1992, sedangkan lokasi kedua yaitu IPA Kadisono di Jalan Kadisono dibangun pada tahun 2018 dan beroperasi pada tahun 2018. Penelitian yang dilakukan berlokasi di IPA Kadisono, yang melayani sekitar 120 sambungan rumah terdiri dari beberapa lokasi yaitu wilayah Margorejo, Kelapa Gading, Perum Safir, Asrama Polisi, Cimpling, Trucu. Perumahan Perdikari, dan Krpyak. Sumber air baku di Instalasi Pengolahan Air Kadisono menggunakan sumur sedalam 40 m. Lokasi IPA berada di belakang halaman rumah salah satu warga sekaligus karyawan PDAM Sleman, yang terdiri dari sumur, satu unit *filter tank* dan satu unit reservoir. Setelah memompa air baku dari sumur dalam, air di proses pada unit disinfeksi sebelum masuk ke filter tank yang kemudian dialirkan ke reservoir dan didistribusikan ke pelanggan. Setiap dua hari sekali, filter tank dikuras atau dilakukan backwash pada jam yang optional.



Gambar 4.1 Filter Tank IPA Kadisono



Gambar 4.2 Lokasi IPA Kadisono



Gambar 4.3 Skema IPA Kadisono

4.1.1 Kualitas Air Baku Unit Tridadi

Instalasi penjernihan Air Kadisono, Tridadi menggunakan sumur dalam di lokasi unit pengolahan tersebut, dan memiliki jumlah satu sumur dalam. Jumlah produksi air pada unit pengolahan Kadisono sebesar 10,267 m³ dengan kapasitas sumber air sebesar 6 liter/detik. Unit pengolahan Kadisono menggunakan sumur dalam, sehingga kandungan Fe (Besi) pada air baku cukup tinggi. Berdasarkan data sekunder dari PDAM Sleman yang diperoleh pada tahun 2019, kandungan Fe unit pengolahan Kadisono selama bulan Januari, Februari dan Maret 2019 sebesar 0,8mg/l ; 0,3 mg/l dan 0,3 mg/l dengan batas persyaratan kualitas air minum untuk kadar Fe sebesar 0,3 mg/l. Sedangkan untuk kandungan TDS sebesar 165 mg/l ; 154 mg/l dan 156 mg/l dengan kadar TDS yang diperbolehkan adalah maksimum 500 mg/l, dengan demikian air baku yang diambil memiliki kadar TDS cukup rendah dan sangat bagus (< 300 mg/l)

Tabel 4.1 Data Kualitas Air Baku Unit Tridadi

No	Bulan	Sumber Air Baku	Konsentrasi	
			Fe (mg/L)	TDS (mg/L)
1	Januari	-	0,8	165
2	Februari	-	0,2	154
3	Maret	-	0,3	156
4	April	<i>Shallowwell</i> Murangan VII	0,3	173
5	Mei	<i>Shallowwell</i> Murangan VII	0,1	149
6	Juni	<i>Shallowwell</i> Murangan VII	0,2	176
7	Juli	<i>Shallowwell</i> Murangan VII	0,3	187
8	Agustus	Murangan VII	0,3	165
9	September	Murangan VII	0,5	144
10	Oktober	Murangan VII	0,3	172
11	November	Sb 1	1,2	171

Sumber : Data Hasil Pemeriksaan Kualitas Air PDAM Sleman

4.1.2 Tekanan Air Pada Wilayah Cakupan Penelitian

Data tekanan air pelanggan diukur secara langsung pada jam 06.00 – 07.00, 12.00-13.00 dan 17.00-18.00 selama 7 hari, dimulai dari 17 Februari 2020 hingga 23 Februari 2020. Pengujian tekanan air dilakukan pada jam tersebut karena baiknya pengukuran dilakukan pada jam puncak, yaitu jam 06.00 – 07.00 menurut Buku Petunjuk Teknis Penilaian Kinerja PDAM. Menurut BPPSPAM, tekanan 0,7 bar adalah standar minimal tekanan yang seharusnya diterima oleh pelanggan. Tekanan air diukur langsung dari kran pelanggan menggunakan manometer.

Tabel 4.2 berikut merupakan rata-rata data tekanan pelanggan Unit Tridadi selama 7 hari:

Tabel 4.2 Rata – Rata Data Tekanan Air Pelanggan Unit Tridadi

No	Lokasi	Rata-rata waktu			Rata-rata keseluruhan (kg/cm ²)
		Pagi (kg/cm ²)	Siang (kg/cm ²)	Sore(kg/cm ²)	
1	Tridadi	0,76	0,74	0,73	0,74
2	Terdekat	0,85	0,86	0,85	0,85
3	Tengah	0,95	0,96	0,95	0,95
4	Terjauh	0,76	0,78	0,77	0,77

4.2 Instalasi Pengolahan Air

Instalasi Pengolahan Air Kadisono merupakan cabang Unit Tridadi yang berada di Kecamatan Tempel, Kelurahan Margorejo, Dusun Kadisono. Jenis Instalasi penjernihan Air Kadisono merupakan pengolahan paket dengan konstruksi menggunakan beton dan baja. Unit pengolahan pada IPA Kadisono dengan jam operasi selama 23 jam/hari selama 31 hari. Sumber listrik yang

digunakan di IPA Kadisono yaitu sumber listrik dari PLN, dan belum memiliki sumber listrik cadangan, data tersebut didapat dari Laporan Bulanan Teknik PDAM Bulan Januari 2020.

4.3 Unit Disinfeksi

Proses disinfeksi pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) kabupaten Sleman Unit Tridadi menggunakan kaporit sebagai disinfektan. Tujuan disinfeksi untuk membunuh bakteri pathogen yang merugikan bagi manusia, dan juga memberikan jaminan bahwa air dapat digunakan secara aman.

4.3.1 Prosedur Pembubuhan Klorin

Air baku yang telah di olah melalui *filter tank* kemudian dialirkan menuju reservoir yang sebelumnya telah melewati injeksi dari unit disinfeksi. Pembubuhan disinfeksi tersebut dilakukan setiap pagi, namun jam pembubuhan dapat berubah menyesuaikan pengurusan pada *filter tank*. Unit disinfeksi IPA Kadisono menggunakan 1 kg – 1,5 kg kaporit setiap hari. Jenis disinfektan yang digunakan di IPA Kadisono adalah *calcium hypochlorite powder* dengan rumus kimia $\text{Ca}(\text{OCL})_2$ yang mengandung 65-70% Klorin dalam bentuk padat. Jenis disinfektan yang digunakan dapat mempengaruhi jumlah mikroorganisme yang ada dalam jalur distribusi.



Gambar 4.4 Jenis Desinfektan yang digunakan

Berdasarkan data yang didapat dari Laporan Bulanan Teknik Bulan Januari 2020 Unit Tridadi Cabang Sleman Tengah, sisa awal kaporit sebesar 43 kg dengan mutasi kaporit masuk per bulan sebesar 120 kg dan keluar sebesar 88 kg.



Gambar 4.5 Bak Disinfeksi

Tahap pertama dari prosedur pembubuhan klorin yaitu kaporit yang masih berupa serbuk ditimbang sebesar 1 kg / hari, kemudian langsung dituangkan ke dalam bak disinfeksi dan diaduk didalam bak disinfeksi tersebut. Setelah tercampur dengan baik, larutan klorin kemudian diinjeksi ke air baku yang telah diolah menuju reservoir. Tahapan ini sudah sesuai dengan PU PR No.26/PRT/M/2014 tentang Prosedur Operasional Standar Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum.



Gambar 4.6 Diagram Pengolahan Air

4.3.2 Proses Klorinasi dan Pembubuhan Klorin

4.3.2.1 Proses Klorinasi

Klorinasi merupakan suatu cara desinfeksi yang bersifat kimia, dengan menggunakan klorin sebagai disinfektannya. Cara ini merupakan cara yang cukup

mudah untuk melakukan desinfeksi pada air. Dalam menentukan dosis diperlukan adanya tahap klorinasi yang tepat, adapun tahapan klorinasi diantaranya sebagai berikut :

1. Tahapan Proses

Air baku yang telah melewati beberapa proses pengolahan pada Instalasi Pengolahan Air kemudian dialirkan menuju unit desinfeksi untuk melewati proses klorinasi dengan tujuan membasmi bakteri dan mikroorganisme.

2. Tahap uji Daya Pengikat Klorin (DPC)

Daya Pengikat Klorin adalah kemampuan zat klorin di dalam air dalam melakukan proses kimia untuk mengikat zat organik yang kemudian akan membentuk senyawa menjadi disinfektan bagi pathogen. Fokus penelitian telah diarahkan pada kualitas air yang diterima pelanggan pada sistem distribusi seperti sisa jumlah klorin pada jam tertentu, tekanan air pada kran pelanggan dan jumlah *coliform* pada daerah penelitian, namun dengan berbagai pendekatan yang ada maka perhitungan untuk dosis kebutuhan klorin dan debit pembubuhan dapat dilakukan sehingga tidak dilakukan percobaan penentuan Daya Pengikat Klorin.

3. Tahap penentuan dosis klorin

Berdasarkan Petunjuk Teknis PU PR No 28 Tahun 2000 tentang Tata Cara Pembubuhan Kaporit pada Unit Instalasi Pengolahan Air (IPA), terdapat beberapa tata cara memuat tentang ketentuan bahan, peralatan, pembubuhan, pendosisan, penyimpanan dan cara pembubuhan kaporit ke dalam instalasi pengolahan. Untuk mengetahui dosis klorin yang diperlukan setiap harinya dengan memiliki data kebutuhan klorin per hari, maka dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$W = Q \times C \times R_s \dots \dots \dots (3)$$

Dengan :

W = jumlah kaporit yang dibutuhkan (mg/detik)

Q = debit air baku (L/detik)

C = kadar Cl_2 dalam $Ca(OCl)_2$

R_s = dosis pembubuhan (mg/l)

Unit Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kadisono memiliki debit (Q) produksi sebesar 5,5 L/detik setiap harinya, dengan kebutuhan kaporit (W) 1 kg/hari, dan jenis khlor yang digunakan mengandung 65-70% klorin dalam bentuk padat. Hal ini sudah sesuai dengan Petunjuk Teknis PU PR No 28 Tahun 2000. Dengan data tersebut, dapat dihitung bahwa dosis pembubuhan (R_s) sebesar 1,47 mg/l. Menurut Permenkes No.736 Th 2010, batas maksimal sisa khlor pada outlet reservoir sebesar 1 mg/l sehingga sisa khlor pada reservoir berdasarkan perhitungan dosis telah melewati batas maksimum. Namun, pada pengukuran langsung dalam penelitian, konsentrasi sisa khlor pada outlet reservoir hanya berkisar antara 0,5-0,7 mg/l. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya waktu detensi yang kurang, penimbangan klorin yang kurang tepat, ataupun penyimpanan klorin yang tidak sesuai dapat mempengaruhi kandungan klorin pada kaporit tersebut.

4.3.2.2 Pembubuhan Klorin

Residu klorin aktif yang dapat terdeteksi melalui titrasi iodometri adalah klorin bebas dan klorin terikat. Ada beberapa faktor penting yang dapat mempengaruhi proses desinfeksi dalam membunuh mikroorganisme, diantaranya adalah waktu kontak, jenis disinfektan, konsentrasi disinfektan, suhu, jumlah mikroba dan jenis mikroba. Waktu kontak diperkirakan sebagai faktor yang paling penting dalam proses deinfeksi. Semakin lama waktu kontak antara disinfektan dengan mikroba dalam air, maka daya bunuhnya akan semakin besar (Budiyono dan Sumardiono, 2013) Untuk mengetahui waktu kontak pada jaringan distribusi, perlu diketahui jarak dan kecepatan aliran pada pipa. Jarak yang ditempuh titik awal dan titik akhir pada penelitian sejauh 1894 m dengan kecepatan aliran rata-rata sebesar 0,34 m/s, kemudian didapatkan hasil waktu kontak yang terjadi yaitu selama 1,5 jam.

Menurut Petunjuk Teknis PUPR Nomor 28 Tahun pembubuhan kaporit harus memiliki waktu detensi minimal 30 menit, hal ini berkaitan dengan jumlah *coliform* pada jaringan distribusi. Selain itu perlu diketahui debit pembubuhan dari pompa dosing pada unit desinfeksi. Untuk mengetahui debit pembubuhan perlu diketahui terlebih dahulu volume larutan dan pelarut dan juga konsentrasi kaporit yang digunakan. Hasil observasi dan data bulanan menunjukkan bahwa kebutuhan klorin setiap hari sebesar 1 kg, maka perhitungan debit pembubuhan dihitung menggunakan rumus berikut :

$$\text{Volume larutan} = \text{volume kaporit} + \text{volume pelarut}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume kaporit} &= \frac{\text{Massa Kaporit}}{\text{Densitas Kaporit}} \\ &= \frac{1 \text{ kg/hari}}{860 \text{ kg/m}^3} = 0,00116 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

$$\text{Volume larutan} = \frac{100}{5} \times 0,00116 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,02 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume pelarut} &= 0,02 \text{ m}^3/\text{hari} - 0,00116 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,018 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Debit pembubuhan} &= \text{Volume larutan/hari} \\ &= 0,02 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,8 \text{ L / jam}\end{aligned}$$

Dari data yang telah dihitung, didapatkan hasil debit pembubuhan sebesar 0,8 L/jam pada jaringan distribusi Unit Tridadi. Debit pembubuhan dapat digunakan untuk mengetahui interval waktu pembuatan kaporit baru setiap harinya. Waktu yang dibutuhkan hingga bak desinfeksi habis dapat dihitung dengan volume larutan dibagi dengan debit pembubuhan, dengan volume larutan sebesar 20 liter maka didapatkan waktu interval pembuatan kaporit yaitu 25 jam. Namun debit pembubuhan dapat berubah sewaktu-waktu, nilai debit bisa menjadi lebih besar maupun lebih kecil. Hal ini dapat mempengaruhi penurunan konsentrasi klorin yang mengalir dari reservoir. Maka dari itu perlu adanya pengecekan debit secara berkala agar dapat mempertahankan konsentrasi klorin dalam jaringan distribusi air.

4.3.3 Hasil Pemodelan Penurunan Sisa Klorin dengan EPANET

EPANET dapat digunakan sebagai pemodelan kualitas air pada jaringan distribusi PDAM. Hasil pengukuran lapangan berupa data primer dan sekunder yang telah didapat kemudian di input ke EPANET. Untuk mengetahui penurunan kadar klorin pada EPANET diperlukan data lokasi titik sampling untuk mengetahui jarak antar titik sampling, data konsentrasi klorin sesuai dengan pengujian lapangan, data sekunder seperti debit, elevasi, dan diameter pipa. Hasil survey dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Data Primer dan Sekunder Jaringan Distribusi

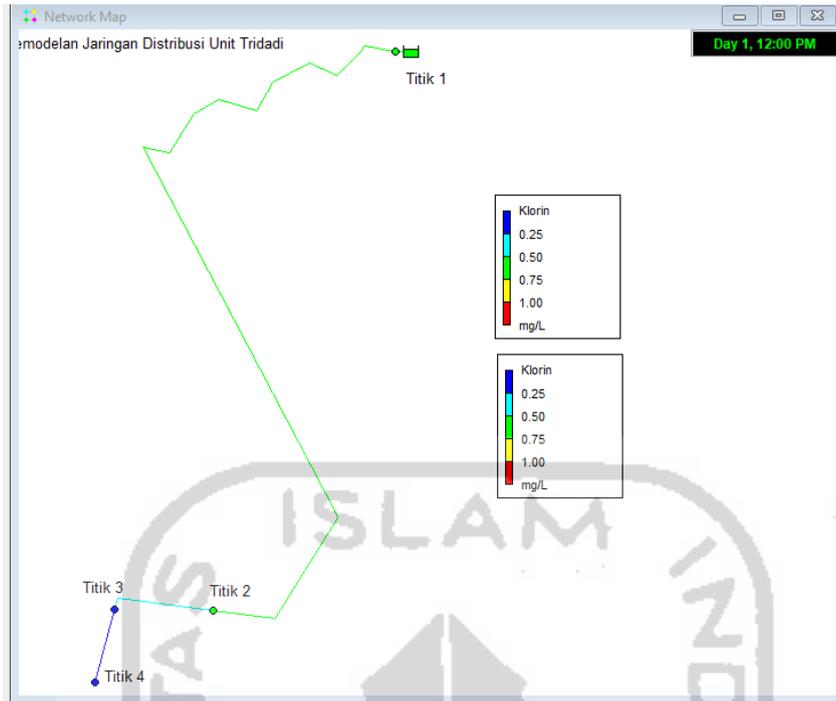
No	Lokasi		Konsentrasi sisa klorin		panjang pipa (m)	diameter pipa (mm)	debit (m ³ /s)	kecepatan (m/s)
	Titik 1	Titik 2	Titik 1	Titik 2				
1	IPA Kadisono	Terdekat	0,55	0,38	1591	50	6,2	0,31
2	Terdekat	Tengah	0,38	0,21	148	75	5,2	0,39
3	Tengah	Terjauh	0,21	0,17	155	75	4,2	0,315

Data konsentrasi yang telah didapat kemudian digunakan untuk perhitungan koefisien penurunan sisa klorin (*Bulk Reaction*) untuk di input ke EPANET. Data yang diperlukan untuk menghitung koefisien *Global bulk Reaction* ditunjukkan pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Perhitungan Koefisien Penurunan Sisa Klorin

Koefisien Penurunan				K rata-rata
Titik	Terdekat	Tengah	Terjauh	
Ce	0,38	0,21	0,17	-0,0050972
Co	0,55	0,38	0,21	
L	1591	148	155	
V	0,31	0,39	0,315	
K	-0,00077653	-0,010097005	-0,00441799	

Data yang telah didapat pada Tabel 4.4 kemudian dimasukkan ke rumus (1) sehingga didapat nilai koefisien rata-rata sebesar -0,0050972. Nilai tersebut di input melalui *Option – Reactions* pada *Browser – Global Bulk Reaction*. Setelah koefisien dimasukkan, data yang diperoleh setelah dilakukan proses *running* terlihat seperti Gambar 4.7



Gambar 4.7 Peta EPANET Jaringan Distribusi sudah di *run*

Gambar 4.7 tersebut merupakan peta jaringan distribusi dengan berbagai macam variasi warna yang memiliki keterangan nilai khusus. Gambar 4.7 menunjukkan simulasi pada jam 12.00, dapat dilihat bahwa warna pada pipa menunjukkan warna hijau, biru muda dan biru tua dengan keterangan pada kotak disebelah kanan yang menunjukkan warna hijau artinya konsentrasi berkisar antara 0,5-0,75 mg/l warna biru muda 0,25-0,5 mg/l dan warna biru tua menunjukkan konsentrasi 0-0,25 mg/l.

Time Hours	Flow CMD	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor	Reaction Rate mg/L/d	Klorin mg/L	Status
0:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.00	Open
1:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.10	Open
2:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.22	Open
3:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.33	Open
4:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.45	Open
5:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open
6:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open
7:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open
8:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open
9:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open
10:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open
11:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open
12:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open

Gambar 4.8 Perubahan Konsentrasi Klorin pada pukul 00.00-12.00 WIB

Time Hours	Flow CMD	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor	Reaction Rate mg/L/d	Klorin mg/L	Status
13:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open
14:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open
15:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open
16:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open
17:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open
18:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open
19:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open
20:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open
21:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open
22:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open
23:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open
24:00	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open

Gambar 4.9 Perubahan Konsentrasi Klorin pada pukul 12.00 – 24.00 WIB

Perubahan konsentrasi pada selama 24 jam dapat dilihat pada gambar 4.8 dan gambar 4.9, diambil dari data perubahan pipa pada pipa 2. Rentang waktu penelitian dapat diatur di EPANET dengan membuka pilihan *option – time* pada tabel sebelah kanan tampilan. Tabel 4.8 dan 4.9 menunjukkan perbedaan sisa klorin antara jam 6.00 hingga jam 6.00 hari berikutnya. Perubahan konsentrasi disebabkan oleh *water age* (usia air) yaitu waktu yang dihabiskan air dalam jaringan tersebut. Semakin lama air berada di jaringan maka semakin banyak reaksi yang terjadi sehingga konsentrasi bertambah dari jam awal hingga akhir.

Dengan menggunakan pengaturan *times* pada *option*, dapat diketahui perbedaan nilai konsentrasi pada jam 08.00 dan jam 12.00, klorin ditambahkan pada saat pagi hari sekitar jam 07.00-08.00, sehingga pada Gambar 4.10 pipa 3 dan 4 belum terbaca nilai sisa klorinnya, sedangkan pada Gambar 4.11 pipa 3 dan 4 udah menunjukkan nilai sisa klorin walaupun pada titik terjauh sisa klorin masih berada

dibawah 0,2 mg/l. Hal ini dipengaruhi karena *water age* (usia air) dalam jaringan distribusi.

Link ID	Flow CMD	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor	Reaction Rate mg/L/d	Klorin mg/L	Status
Pipe 1	31.20	0.18	1.19	0.035	0.00	0.55	Open
Pipe 2	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.10	Open
Pipe 3	9.40	0.06	0.11	0.036	0.00	0.00	Open
Pipe 4	4.20	0.02	0.03	0.040	0.00	0.00	Open

Gambar 4.10 Penurunan Konsentrasi Klorin pada simulasi jam 8.00

Link ID	Flow CMD	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor	Reaction Rate mg/L/d	Klorin mg/L	Status
Pipe 1	31.20	0.18	1.19	0.035	0.00	0.55	Open
Pipe 2	15.60	0.09	0.29	0.033	0.00	0.55	Open
Pipe 3	9.40	0.06	0.11	0.036	0.00	0.55	Open
Pipe 4	4.20	0.02	0.03	0.040	0.00	0.12	Open

Gambar 4.11 Penurunan Konsentrasi Klorin pada simulasi jam 12.00

Perbandingan hasil pengukuran data lapangan dan hasil pemodelan dengan software EPANET dapat ditentukan dengan menghitung selisih konsentrasi dibagi dengan *initial quality* yang telah di input kemudian dikali 100%. Sebagai contoh pengukuran titik kedua sesuai dengan tabel 4.3 yaitu 0,38 mg/l dan hasil pengukuran EPANET 0,1 mg/l (pada pukul 07.00) sehingga hasil data lapangan dan EPANET memiliki perbedaan sebesar 0,28%.

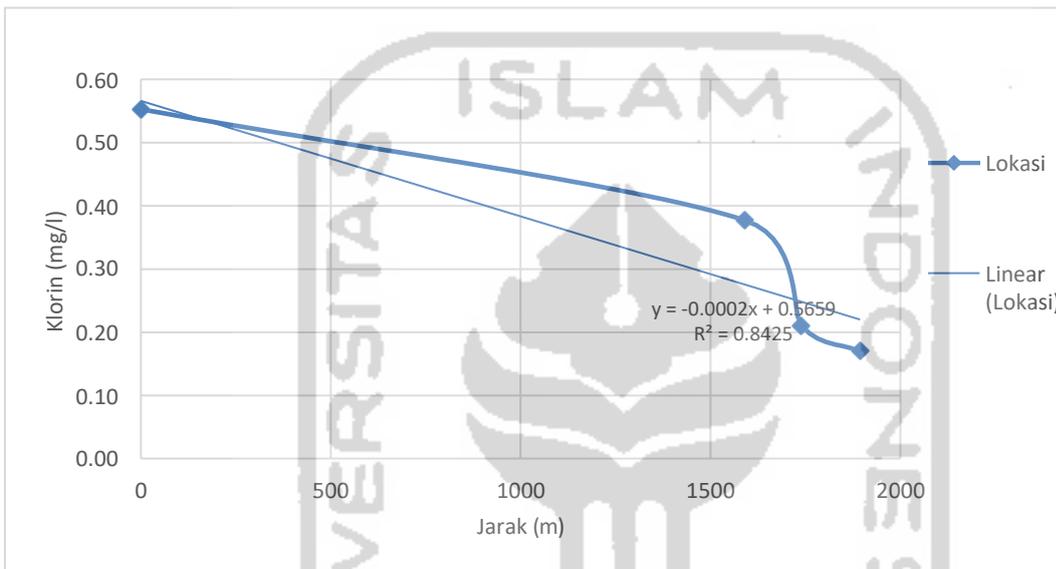
4.4 Konsentrasi Klorin Bebas dan Jumlah Total *Coliform* pada Wilayah Cakupan Penelitian

4.4.1 Konsentrasi Klorin Bebas pada Wilayah Cakupan Penelitian

Dalam upaya melakukan pemantauan dan mempertahankan kualitas air minum yang baik pada sistem distribusi, harus dilakukan pengecekan klorin bebas untuk mengetahui apakah dosis disinfektan yang dibutuhkan sudah optimal atau belum. Konsentrasi aman untuk sisa klorin minimum yaitu 0.2 mg/l berdasarkan PERMENKES Nomor 492 Tahun 2010, dimana konsentrasi tersebut masih mampu untuk menangani adanya kontaminasi pada jaringan distribusi. Adapun konsentrasi klorin yang diukur dalam penelitian ini hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Konsentrasi Rata-Rata Sisa Klorin

No	Lokasi	Konsentrasi			Rata-rata keseluruhan	Panjang Pipa (m)
		Pagi	Siang	Sore		
1	Tridadi	0,47	0,65	0,54	0,55	0
2	Terdekat	0,29	0,51	0,33	0,38	1591
3	Tengah	0,05	0,35	0,24	0,21	1739
4	Terjauh	0,05	0,25	0,21	0,17	1894



Gambar 4.12 Perbandingan Konsentrasi dan Jarak

Data tersebut kemudian disajikan dalam bentuk kurva pada Gambar 4.12 dan dicari nilai kolerasinya (R^2), berikut merupakan gambar kurva yang menunjukkan kolerasi antara jarak dan klorin. Konsentrasi klorin diukur tiga kali dalam sehari selama tujuh hari. Diketahui nilai konsentrasi pada sumber, titik kedua, titik ketiga dan keempat memiliki nilai yang menurun pada Gambar 4.12 Hasil pengukuran konsentrasi sisa klorin mengalami penurunan dari sumber ke konsumen terjauh. Konsentrasi klorin pada sumber berkisar 0,4-0,6 mg/l kemudian pada pelanggan terdekat (titik 1) pada jarak 1,59 km dari IPA Kadisono rata-rata konsentrasi klorin sebesar 0,38 mg/l. Kemudian pada pelanggan dengan jarak 1739 m dari IPA Kadisono (titik 2) rata-rata konsentrasi sebesar 0,21 mg/l dan pada titik terakhir yaitu jarak terjauh 1894 m konsentrasi klorin sebesar 0,17 mg/l. Dari kurva pada Gambar 4.12 dapat dilihat bahwa adanya keterkaitan antara jarak dan konsentrasi klorin dikarenakan nilai kolerasi (R^2) menunjukkan angka 0,842 (nilai kolerasi semakin kuat apabila mendekati angka 1 atau bernilai 1)

Penurunan kadar klorin akan berkurang selama perjalanan air sampai ke konsumen. Hal tersebut dapat dikarenakan oleh daya kerja klorin aktif selama perjalanan, diantara penyebabnya yaitu kontak dengan mikroorganisme dan pengaruh dari jaringan pipa yang mengalami kebocoran atau kehilangan air.

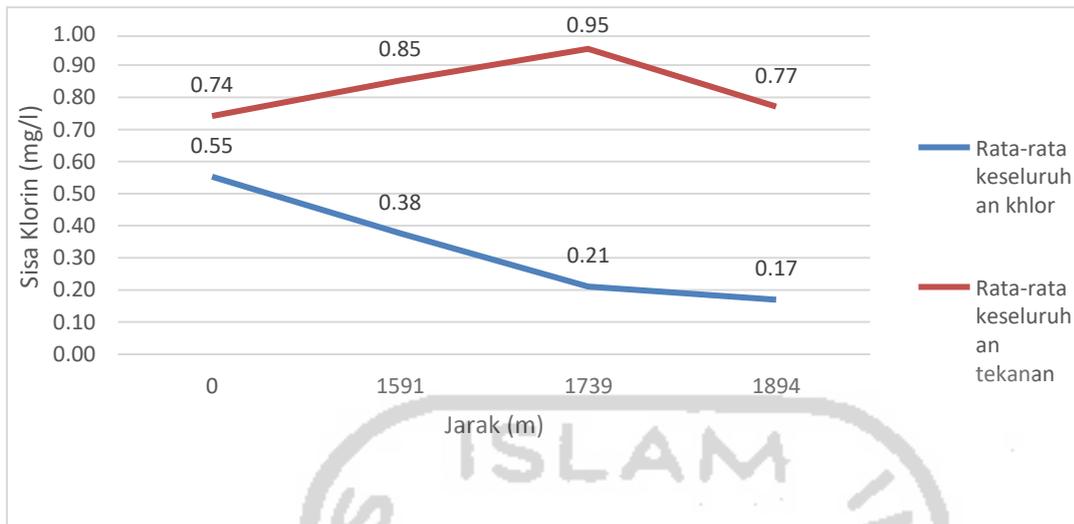
Berkurangnya sisa klorin selama perjalanan menuju pelanggan dapat disebabkan oleh dua reaksi, yaitu *bulk reaction* dan *wall reaction*. *Bulk reaction* adalah penurunan sisa klorin yang dipengaruhi oleh komponen yang terlarut dalam air, seperti komponen mikroorganisme maupun komponen organik yang ada dalam pipa. Reaksi ini dapat diukur dengan pengujian laboratorium terhadap sampel air yang telah diambil. Kemudian *wall reaction* merupakan penurunan sisa klorin yang disebabkan oleh dinding pipa distribusi, reaksi yang terjadi disebabkan adanya korosi dalam pipa. Jenis pipa yang digunakan dalam jaringan distribusi air minum Unit Tridadi adalah PVC (*Polyvinyl Chloride*) dan GI (*Galvanis Iron*). Apabila sisa klorin yang ada terlalu tinggi maka dapat menyebabkan korosi dalam jangka waktu panjang pada pipa tersebut. Selain itu, faktor pH yang terlalu asam juga dapat memicu korosi pada pipa.

Apabila jarak pipa semakin jauh maka semakin banyak juga reaksi yang akan terjadi pada pipa yang menyebabkan semakin berkurangnya sisa klorin. *Bulk reaction* juga dapat dipengaruhi oleh *water age* (umur air), *water age* disini berarti waktu yang dihabiskan air dalam jaringan. Umur air tersebut dipengaruhi seberapa jauh jarak pipa yang digunakan, kebutuhan air pelanggan dan juga berapa kecepatan aliran pipa yang terjadi. Jika kecepatan air pada pipa lambat, maka waktu tinggal air akan semakin lama dan kualitas air akan semakin turun. Hal ini disebabkan oleh adanya reaksi antar dinding dengan air dalam pipa, karena dalam perjalanan air akan mengalami reaksi fisika, kimia dan biologi yang membuat kualitas dapat berubah.

Selain jarak, tekanan air juga diperhatikan dalam penelitian ini. Tekanan yang telah diukur disajikan dalam Tabel 4.6 kemudian dibandingkan dengan jarak dan sisa klorin disajikan dalam kurva seperti pada Gambar 4.13

Tabel 4.6 Data Elevasi Titik Sampling dan Tekanan

No	Lokasi	Elevasi	Rata-rata keseluruhan tekanan
1	Titik 1	259 m	0,74
2	Titik 2	238 m	0,85
3	Titik 3	236 m	0,95
4	Titik 4	234 m	0,77



Gambar 4.13 Perbandingan Tekanan, Jarak dengan Sisa Klorin

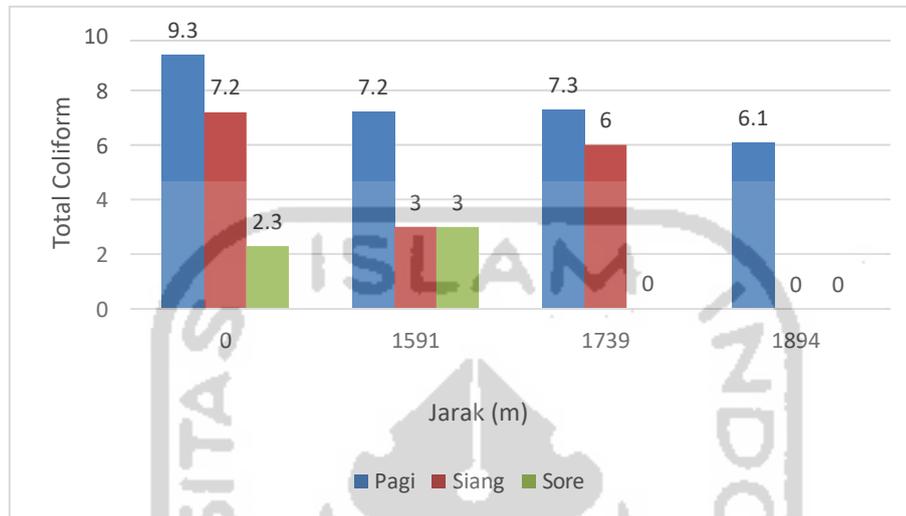
Tekanan air yang ada dapat mempengaruhi nilai koefisien penurunan atau *Bulk Reaction* di EPANET. Tekanan pada pipa bergantung dari besar diameter dan debit aliran pada jaringan. Tekanan air pada pipa mempengaruhi kecepatan aliran, dimana kecepatan aliran dapat mempengaruhi laju penurunan sisa klorin pada pipa. Semakin besar kecepatan aliran maka semakin kecil nilai koefisien laju penurunan sisa klorin, sehingga dapat dikatakan bahwa tekanan air mempengaruhi penurunan sisa klorin secara tidak langsung. Nilai koefisien yang ada dapat membantu menunjukkan penurunan sisa klorin didalam jaringan, maka dari itu jarak dan tekanan berpengaruh pada sisa klorin.

Berdasarkan pada Tabel 4.6 diatas dapat dilihat pada 4 titik lokasi memiliki nilai tekanan yang berbeda-beda tergantung dari jarak dekat jauhnya dari sumber utama. Besarnya tekanan dipengaruhi tekanan air yang dikirim pada sumber utama dengan semakin jauh dari sumber mata air maka tekanan akan semakin kecil. Namun pada data diatas, semakin jauh jarak dari sumber elevasi semakin menurun dan tekanan semakin tinggi. Penurunan elevasi ini menyebabkan bertambahnya tekanan secara signifikan, hal ini dapat dilihat pada Titik 1 hingga Titik 3. Selain itu tinggi tekanan juga dapat dipengaruhi oleh diameter pipa, semakin kecil diameter maka semakin tinggi tekanan. Sedangkan tekanan pada Titik 4 mengalami penurunan, kebocoran dalam pipa dapat menjadi penyebab penurunan tersebut.

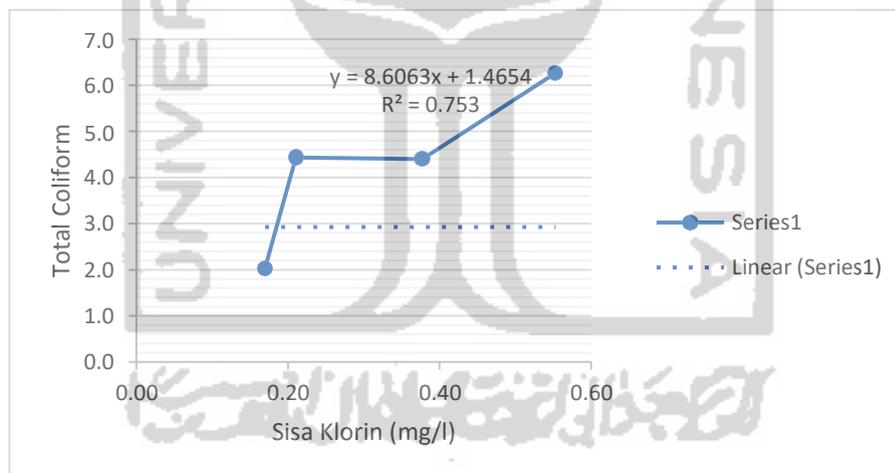
4.4.2 Jumlah Total *Coliform* Pada Wilayah Cakupan Penelitian

Mengacu pada PERMENKES Nomor 492 Tahun 2010, kualitas air minum yang sampai ke pelanggan memiliki nilai maksimal jumlah total *coliform* sebanyak 0 (Nol). Hasil penelitian sisa klorin menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar sisa klorin dari sumber menuju pelanggan terjauh. Hal tersebut berpengaruh pada jumlah koloni *coliform* yang ada pada jalur distribusi. Pengambilan sampel untuk uji total *coliform* dilakukan selama tiga kali dalam satu hari, yaitu pada pukul 06.00-07.00,

12.00-13.00 dan 17.00-18.00 pada 4 titik sesuai dengan pengambilan sampel pada pengujian sisa klorin. Untuk pengambilan sampel air pelanggan, botol yang digunakan di sterilisasi terlebih dahulu menggunakan air hangat kemudian pada saat pengambilan ujung botol dan ujung kran di panaskan dengan api. Adapun hasil pemeriksaan total *coliform* pada jaringan distribusi akan disajikan pada Gambar 4.14 berikut.



Gambar 4.14 Grafik Total *Coliform*



Gambar 4.15 Kurva Pengaruh Sisa klorin dengan Total *Coliform*

Kurva diatas menunjukkan adanya kolerasi antara kadar sisa klorin terhadap jumlah bakteri *coliform* dengan koefisien R^2 sebesar 0,753, artinya tingkat kekuatan hubungan antara kadar sisa klorin dengan total *coliform* bersifat kuat. Total *coliform* tertinggi diperoleh pada pagi hari di titik lokasi pertama yaitu sebanyak 6,3 MPN. Hal ini disebabkan belum adanya pembubuhan klorin pada jam tersebut. Pembubuhan klorin biasanya dilakukan pagi hari setelah jam 07.00 pagi. Kandungan total *coliform* pada siang dan sore hari lebih rendah dibandingkan pada jam 06.00-07.00, namun total *coliform* masih belum memenuhi kadar maksimal

yang telah ditentukan dalam PERMENKES Nomor 492 Tahun 2010 karena masih melebihi angka 0 (nol).

Selanjutnya, apabila dibandingkan dengan sisa klorin seperti pada gambar 4.8, total coliform berbanding lurus dengan penurunan sisa klorin pada jaringan distribusi. Tingginya jumlah total *coliform* pada titik pertama dapat disebabkan adanya pengurasan pada filter yang dilakukan setiap pagi selama dua hari sekali. Namun, dengan masih adanya total *coliform* diatas 0 (nol) perlu diperhatikan kembali faktor apa saja yang menjadi penyebab hal tersebut. Faktor lingkungan dapat mempengaruhi total coliform yang ada pada jaringan distribusi, diantaranya seperti faktor suhu, pH dan jenis disinfektan yang digunakan. pH menjadi faktor total coliform karena bakteri dapat bekerja optimum dalam pH antara 6,5 – 8 dan pada suhu 25 - 35°C bakteri dapat tumbuh secara optimal. Selain itu, faktor penting seperti jenis disinfektan dan dosis yang digunakan juga dapat menjadi penyebab masih adanya total *coliform* pada jaringan distribusi. Jenis disinfektan yang digunakan pada IPA Kadisono adalah kaporit [Ca(OCl)₂]. Kaporit dapat membunuh mikroorganisme patogen seperti *Escherchia coli*, *Legionella Pneumophilia*, *Amoeba*, *Giardia*, *Bacillus* dan *Pseudomonas*. Kaporit [Ca(OCl)₂] apabila dilarutkan dalam air akan berubah menjadi asam hipoklorinit (HOCl) dan ion hipoklorinit (OCl⁻).

Menurut Berg (1986), HOCl dan ion OCl bersifat disinfektan, dan memiliki sifat reaktif terhadap berbagai komponen sel bakteri. HOCl dan ion OCl juga disebut sebagai klorin aktif, yang mampu bereaksi kuat dengan lipid dan peptidoglikan pada membrane sel sehingga dapat mempengaruhi terjadinya kehancuran pada sel. Asam hipoklorinit (HOCl) yang tidak terurai merupakan zat yang paling efisien untuk membasmi bakteri (Lestari, dkk, 2008). Dengan demikian, bakteri *coliform* dan sisa klorin merupakan dua parameter yang sebenarnya saling berpengaruh karena keberadaan bakteri *coliform* dapat diatasi dengan sisa klorin .

4.5 Identifikasi Masalah dan Rekomendasi

Hasil observasi dan berbagai permasalahan yang telah dianalisis kemudian dipaparkan dan dibandingkan dengan regulasi yang berlaku kemudian disajikan dalam Tabel 4.7 berikut :

Tabel 4.7 Identifikasi Permasalahan dan Rekomendasi

No	Permasalahan	Potensi Permasalahan	Regulasi yang berlaku	Rekomendasi Peningkatan Kinerja
1.	Sisa klorin di titik sampling	<ul style="list-style-type: none"> Reaksi yang terjadi dalam pipa (<i>Bulk Reaction</i> dan <i>Wall Reaction</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> Permenkes No.736 Th 2010 	<ul style="list-style-type: none"> Flushing pipa secara berkala untuk menghilangkan

	terjauh < 0,2 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> • Kebocoran pipa 		<ul style="list-style-type: none"> kerak dalam perpipaan • Pengecekan kembali titik BPC
2.	Total Coliform pada jaringan > 0	<ul style="list-style-type: none"> • Kurangnya waktu detensi saat pembubuhan klorin • Tekanan air rendah pada titik tertentu 	<ul style="list-style-type: none"> • Permenkes Nomor 492 Tahun 2010 • Petunjuk Teknis PU PR No 28 Th 2000 	<ul style="list-style-type: none"> • Penambahan waktu detensi minimal 30 menit saat pembubuhan klorin • Pengecekan kondisi tekanan air untuk menjaga kada sisa klorin
No	Permasalahan	Potensi Permasalahan	Regulasi yang berlaku	Rekomendasi Peningkatan Kinerja
3	Waktu saat habis disinfektan pada unit desinfeksi relatif atau tidak pasti.	<ul style="list-style-type: none"> • Debit pembubuhan yang dapat berubah sewaktu-waktu 	<ul style="list-style-type: none"> • Permenkes No.736 Th 2010 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengecekan debit secara berkala.

Dapat dilihat pada Tabel 4.7 terdapat beberapa permasalahan yang menjadi poin utama dalam penelitian ini. Permasalahan pertama yaitu sisa klorin di titik terjauh masih menunjukkan nilai masih dibawah standar minimal 0,2 mg/l yang telah ditetapkan Permenkes No.736 Th 2010, kemudian permasalahan kedua berkaitan dengan total coliform pada jaringan distribusi seperti pada Gambar 4.13, nilai tersebut masih diatas 0 MPN. Hal ini berarti belum sesuai dengan Permenkes Nomor 492 Tahun 2010, perlu diperhatikan lebih karena tingginya nilai total coliform memiliki beberapa dampak buruk bagi pelanggan. Kemudian permasalahan ketiga mengenai waktu saat disinfektan habis tidak dapat dipastikan karena debit pembubuhan yang dapat berubah sewaktu – waktu. Ketiga permasalahan tersebut dikaji sesuai dengan regulasi yang ada, diantaranya Permenkes No.736 Th 2010, Permenkes Nomor 492 Tahun 2010, dan Petunjuk Teknis PU PR No 28 Th 2000 dan diberikan rekomendasi pada setiap masing-masing permasalahan dengan tujuan memperbaiki dan meningkatkan kinerja agar sesuai dengan regulasi yang berlaku.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan mengenai evaluasi sistem disinfeksi PDAM Sleman Unit Tridadi, dapat ditarik kesimpulan seperti berikut :

1. Prosedur pengoperasian unit disinfeksi Unit Tridadi sudah sesuai dengan PU PR 26/PRT/M/2014 tentang Prosedur Operasional Standar Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum.
2. Total Coliform pada jaringan distribusi Unit Tridadi masih diatas 0 MPN sehingga belum memenuhi persyaratan kualitas air minum secara mikrobiologi sesuai dengan Permenkes Nomor 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
3. Sisa klorin pada titik terjauh jaringan distribusi belum memenuhi kadar minimal sesuai dengan Permenkes Nomor 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum yaitu masih dibawah 0,2 mg/L.
4. Hasil pengukuran di lapangan dan pemodelan dengan EPANET memiliki perbedaan < 30%, sehingga pemodelan menggunakan EPANET bisa dan dapat dilakukan untuk memudahkan pemantauan dan pengembangan jaringan.

5.2 Saran

Bagi pihak lain yang tertarik untuk meneliti topik ini secara lebih lanjut, maka penulis menyarankan beberapa hal berikut :

1. Peneliti selanjutnya melakukan pemantauan lebih lanjut terhadap parameter-parameter lain yang mempengaruhi sisa klorin.
2. Perlu adanya penambahan lokasi titik sampling berdasarkan jarak dan waktu untuk penelitian selanjutnya.
3. Perlu adanya penentuan titik lokasi penambahan injeksi kaporit untuk mempertahankan sisa klorin hingga titik terjauh jaringan distribusi.





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianita, R., Komala, P. S., & Andriani, Y. (2016). *Kajian Kadar Sisa Klorin di Jaringan Distribusi Penyediaan Air Minum Rayon 8 PDAM Kota Padang*. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Lingkungan II.
- Budiyono dan Sumardiono, S., 2013. *Teknik Pengolahan Air*. Graha Ilmu, Yogyakarta, pp 103–110.
- Cahyonugroho, O. H. 2010. *Pengaruh Intensitas Sinar Ultraviolet Dan Pengadukan Terhadap Reduksi Jumlah Bakteri E.coli*. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, 2 (1). pp. 18-23..
- Departemen Pekerjaan Umum. 2000. *Kriteria Perencanaan Air Bersih*. Jakarta (ID): Direktorat Pengembangan Air Minum, Dirjen Cipta Karya.
- Ditjen PPM & PLP. 1993. *Pedoman Pelatihan Teknisi Laboratorium Pemeriksaan Bakteriologis Air*, Jakarta: Departemen Kesehatan RI
- Faudi, Azhar. 2012. *Pengaruh Residual Klorin Terhadap Kualitas Mikrobiologi Pada Jaringan Distribusi Air Bersih (studi kasus: Jaringan distribusi air bersih IPA Cilandak)*. Skripsi.FakultasTeknik Program Studi Teknik Lingkungan.Universitas Indonesia.
- Kodotie RJ, Sjarief R. 2005. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta (ID): Andi.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2010. *Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/ MENKES/ PER/ IV/ 2010 tentang persyaratan kualitas air minum*. Jakarta
- Panggabean, Siswanto,dkk. 2017. *Analisis Jaringan Distribusi Utama Di Kandis Pasar Minggu Menggunakan Epanet*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau.
- Rony, Firmansyah. 2017. *Evaluasi Tekanan Jaringan Distribusi Zona Air Minum Prima (ZAMP) PDAM INTAN BANJAR MENGGUNAKAN EPANET* 2.0. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung: Mangkurat.
- Sofia, Elma. 2015. *Evaluasi keberadaan sisa klorin bebas di jaringan distribusi IPA Sungai Lulut PDAM Banjarmasin*, Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat. Kalimantan Selatan, Banjarbaru.

- Sumantri, Arif. 2010. *Kesehatan Lingkungan Dan Perspektif Islam*. Jakarta: Kencana.
- Suprihatin, Soparnao, Ono. 2016. *Teknologi Proses Pengolahan Air*, Bogor: IPB Pess
- Solin W. 2012. *Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Secara Meteorologis di Daerah Aliran Sungai Deli Provinsi Sumatera Utara*. *Jurnal Geografi*. 1(1):6.





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengamatan Keseluruhan Volume Titrasi (ml)

No	Lokasi	Senin, 17 februari 2020			Selasa, 18 februari 2020		
		Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
1	Tridadi	0,23	0,23	0,23	0,16	0,18	0,14
2	Terdekat	0,23	0,22	0,18	0,1	0,17	0,13
3	Tengah	0,15	0,23	0,15	0,07	0,13	0,15
4	Terjauh	0,15	0,18	0,17	0,08	0,13	0,15

No	Lokasi	Rabu, 19 februari 2020			Kamis, 20 februari 2020		
		Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
1	Tridadi	0,13	0,23	0,2	0,23	0,23	0,22
2	Terdekat	0,09	0,19	0,16	0,23	0,22	0,21
3	Tengah	0,08	0,17	0,13	0,17	0,18	0,21
4	Terjauh	0,08	0,17	0,13	0,15	0,17	0,17

No	Lokasi	Jumat, 21 februari 2020			Sabtu, 22 Februari 2020			Minggu, 23 Februari 2020		
		Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
1	Tridadi	0,23	0,2	0,22	0,23	0,23	0,2	0,13	0,23	0,2
2	Terdekat	0,19	0,16	0,18	0,19	0,22	0,16	0,12	0,2	0,17
3	Tengah	0,18	0,13	0,19	0,18	0,18	0,14	0,06	0,19	0,12
4	Terjauh	0,19	0,13	0,17	0,17	0,16	0,14	0,07	0,17	0,13

Lampiran 2 Data Keseluruhan Tekanan (kg/cm²)

No	Lokasi	Senin, 17 Februari 2020			Selasa, 18 Februari 2020		
		Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
1	Tridadi	0,74	0,77	0,73	0,76	0,76	0,7
2	Terdekat	0,83	0,82	0,81	0,83	0,84	0,85
3	Tengah	0,98	0,95	0,94	0,95	0,96	0,97
4	Terjauh	0,79	0,77	0,75	0,78	0,79	0,77

No	Lokasi	Rabu, 19 Februari 2020			Kamis, 20 Februari 2020		
		Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
1	Tridadi	0,77	0,78	0,7	0,76	0,69	0,77
2	Terdekat	0,86	0,88	0,89	0,9	0,91	0,87
3	Tengah	0,95	0,95	0,98	0,98	0,98	0,95
4	Terjauh	0,76	0,75	0,77	0,74	0,75	0,77

No	Lokasi	Jumat, 21 Februari 2020			Sabtu, 22 Februari 2020			Minggu, 23 Februari 2020		
		Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
1	Tridadi	0,75	0,75	0,7	0,77	0,7	0,73	0,74	0,74	0,77
2	Terdekat	0,84	0,83	0,84	0,82	0,86	0,9	0,85	0,88	0,83
3	Tengah	0,88	0,93	0,89	0,96	0,96	0,96	0,95	0,96	0,94
4	Terjauh	0,77	0,82	0,83	0,75	0,79	0,76	0,76	0,77	0,75

Data Tekanan Pelanggan PDAM

PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM
KABUPATEN SLEMAN

DATA TEKanan AIR
CABANG : UNIT TRIDADI
BULAN : JANUARI 2020

NO	LOKASI	ZONA	TANGGAL	JML.SR	PIPA Ø	LOKASI PENGUKURAN			
						NAMA	WAKTU	TEKANAN	KETERANGAN
1	TRUCUK		06/01/2020		40	ENY			
2	ASPOL		06/01/2020		50	IMELDA		0,5	
3	SAFIR		06/01/2020		50	DR. NANANG		0,7	
4	DUKUH		13/01/2020		75	PANJANG		1,3	
5	SLEMAN PERMAI 1		10/01/2020		50	SUGENG		1	
6	SLEMAN PERMAI 2		10/01/2020		50	JORZY		1,8	
7	MURANGAN		22/01/2020		50	DWIYANTI		1,6	
8	PLAOSAN		22/01/2020		50	SASTRO SUDARMO		0,5	
9	WARAK		22/01/2020		50	WIDODO		1	
10	CIBUKAN		29/01/2020		75	SARTINAH		1,8	
11	SANGGRAHAN		29/01/2020		50	ANDREAS		1,6	
12	BERDIKARI		29/01/2020		50	EDI SUBAGYO		1,5	
13	KALAKIJO		29/01/2020		50	WIBODO		1	
14	PATEN		29/01/2020		50	SURYONO		0,8	
								1,4	

MENGETAHUI
KEPALA UNIT TRIDADI

PARDIYANA
NPP.9263011

SLEMAN, 5 FEBRUARI 2020
STAF DISTRIBUSI

SUNARDI
NPP.9268070

Lampiran 3 Perhitungan Konsentrasi Klorin

a. Contoh perhitungan konsentrasi sisa klorinin

Diketahui :

Volume blanko = 0,12 ml

Volume titran sampel = 0,19 ml

M Na₂S₂O₃ = 0,0093

Volume sampel = 50 mL

$$\text{Kadar sisa klorin} = \frac{1000(\text{ml titran sampel} - \text{ml blanko}) \times M \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 35,46}{v \text{ sampel (mL)}}$$

$$\text{Kadar sisa klorin} = \frac{1000(0,19 - 0,12) \times 0,0093 \times 35,46}{50}$$

$$\text{Kadar sisa klorin} = 0,47 \text{ mg/l}$$

b. Perhitungan Koefisien Penurunan Laju Klorin

$$\ln c_e = \ln c_0 - \left(\frac{k}{v}\right)L$$

Dimana:

C_e = Konsentrasi sisa klorin pada jarak tertentu (mg/l)

C₀ = Konsentrasi sisa klorin pada t=0 (mg/l)

K = Konstanta penurunan

V = Kecepatan (m/s)

L = Jarak aliran (m)

Koefisien Penurunan			
Titik	Terdekat	Tengah	Terjauh
C _e	0,38	0,21	0,17
C ₀	0,55	0,38	0,21
L	1591	148	155
V	0,31	0,39	0,315

$$\begin{aligned}
 K \text{ Terdekat} &= \frac{lnc_e - lnc_0}{L.V} \\
 &= \frac{0,38 - 0,55}{1591,0,31} \\
 &= -0,0007765
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K \text{ Tengah} &= \frac{lnc_e - lnc_0}{L.V} \\
 &= \frac{0,21 - 0,38}{148,0,39} \\
 &= -0,010097
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K \text{ Terjauh} &= \frac{lnc_e - lnc_0}{L.V} \\
 &= \frac{0,17 - 0,21}{1155,0,315} \\
 &= -0,00441799
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K \text{ rata-rata} &= \frac{K \text{ terdekat} + K \text{ tengah} + K \text{ terjauh}}{3} \\
 &= \frac{(-0,0007765) + (-0,010097) + (-0,00441799)}{3} \\
 &= -0,0050972
 \end{aligned}$$

c. Perhitungan Dosis Kebutuhan Klorin

$$W = Q \times C \times R_s$$

Dimana :

W = jumlah kaporit yang dibutuhkan (mg/detik)

Q = debit air baku (L/detik)

C = kadar CL_2 dalam $Ca(OCl)_2$

R_s = dosis pembubuhan (mg/l)

Diketahui :

$$W = 1 \text{ kg / hari}$$

$$= 11,57 \text{ mg/detik}$$

$$Q = 5,5 \text{ L/detik}$$

$$C = 70 \%$$

$$= \frac{100}{70}$$

$$Rs = \frac{W}{Q.C}$$

$$= \frac{11.57 \text{ mg/detik}}{5,5 \frac{\text{L}}{\text{detik}} \cdot \frac{100}{70}}$$

$$= 1,47 \text{ mg/l}$$

Lampiran 4 Data PDAM Kualitas Air Baku

Data Kualitas Air Baku

DATA HASIL PEMERIKSAAN KUALITAS AIR PDAM SLEMAN										Fe	PH	TB	Clor	TDS	Suhu	Warna
Batas persyaratan kualitas air minum PDAM SLEMAN																
Fe	PH	Clor	TB	Warna	15 Tcu											
0.3 mg/l	6.5 - 8.5	0.3 mg/l	500 mg/l	15 Tcu	0.4 mg/l											
Tgl	Bulan	Tahun	Unit	Cabang	N. petugas	L. sampel										
26	april	2319	Indrag	Tengah	novian	1 air baku SW murangan VII	0.3	7.4	1.41	-	173	18.3	7.5			
26	april	2319	Indrag	Tengah	novian	2 terdekat, sleman permal	0.3	7.3	1.76	0.1	171	18.3	5			
26	april	2319	Indrag	Tengah	novian	3 terjauh, warak	0.2	7.3	1.68	0	174	18.9	5			
26	mei	2319	Indrag	Tengah	novian	1 air baku sw murangan VII	0.1	7.5	1.53	-	149	17.7	5			
26	mei	2319	Indrag	Tengah	novian	2 terdekat, perum sleman permal	0	7.5	0.75	0.1	140	17.8	2.5			
26	mei	2319	Indrag	Tengah	novian	3 terjauh, warak	0	7.6	0.80	0.1	147	17.8	2.5			
26	mei	2319	Indrag	Tengah	novian	1 air baku, murangan VII	0.2	7.7	3.25	-	181	14.3	2.5			
26	mei	2319	Indrag	Tengah	novian	2 terdekat, perum sleman permal 1	0.2	7.7	2.99	0.1	176	14.5	2.5			
26	mei	2319	Indrag	Tengah	novian	3 terjauh, warak	0.2	7.7	3.52	0.1	180	14	2.5			
26	mei	2319	Indrag	Tengah	novian	1 air baku	0.8	7.4	7.77	-	185	16.6	30			
27	januari	2319	Indrag	Tengah	yahman	2 terdekat / receiver	0.3	7.4	3.24	0.1	128	16.3	7.5			
27	januari	2319	Indrag	Tengah	yahman	3 terjauh / konsumen	0.6	7.4	7.33	0.1	134	16.3	20			
23	februari	2319	Indrag	Tengah	yahman	1 air baku	0.2	7.3	3.53	-	154	17.6	0			
23	februari	2319	Indrag	Tengah	yahman	2 terdekat / receiver	0.2	7.2	3.68	0.1	128	17.6	2.5			
23	februari	2319	Indrag	Tengah	yahman	3 terjauh / konsumen	0.3	7.2	3.33	0.1	166	17.6	0			
25	maret	2319	Indrag	Tengah	yahman	1 air baku	0.3	7.0	2.88	-	156	17.4	5			
25	maret	2319	Indrag	Tengah	yahman	2 terdekat	0.3	7.0	3.17	0.1	150	17.9	5			
25	maret	2319	Indrag	Tengah	yahman	3 terjauh	0.1	7.0	3.18	0.1	164	17.9	2.5			
26	juli	2319	Indrag	Tengah	novian	1 air baku, murangan VII	0.3	7.4	4.65	-	187	14.9	2.5			
26	juli	2319	Indrag	Tengah	novian	2 terdekat, perum sleman permal 1	0.2	7.4	5.67	0.1	186	14.9	2.5			

DATA HASIL PEMERIKSAAN KUALITAS AIR PDAM SLEMAN

No	Tgl	Desa	Tempat	Spesies	Parameter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
26	juli	2319	Tridadi	tengah	novian eka	3	terjauh, warak	0.2	7.4	7.74	0.1	186	15	20												
26	agustus	2319	Tridadi	tengah	novian eka	1	air baku, murangan VII	0.3	7.6	1.04	-	165	16.7	2.5												
26	agustus	2319	Tridadi	tengah	novian eka	2	terdekat, perum slemam permai 1	0.3	7.6	1.04	0.3	170	16.1	2.5												
26	agustus	2319	Tridadi	tengah	novian eka	3	terjauh, warak	0.3	7.6	2.20	0.1	164	16	2.5												
12	September	2319	Tridadi	tengah	novian eka	1	air baku, murangan VIII	0.5	6.8	0.73	-	144	18.0	0												
12	September	2319	Tridadi	tengah	novian eka	2	terdekat, perum SP1	0.8	6.8	0.92	0.2	137	18.0	4												
12	September	2319	Tridadi	tengah	novian eka	3	Terjauh, konsumen warak	0.5	6.9	0.70	0.2	135	17.9	3												
11	oktober	2319	Tridadi	tengah	novian eka	1	air baku, murangan 7	0.3	7.0	1.72	-	172	15.6	2												
11	oktober	2319	Tridadi	tengah	novian eka	2	terdekat, perum sp 1	0.5	6.9	2.91	0.1	169	15.8	2												
11	oktober	2319	Tridadi	tengah	novian eka	3	terjauh, warak	0.6	6.9	3.24	0.1	171	15.9	2												
14	november	2319	Tridadi	tengah	novian eka	1	air baku, Sb 1	1.2	6.7	12.0	-	171	19.1	1												
14	november	2319	Tridadi	tengah	novian eka	2	terdekat, perum sp1	0.1	6.8	1.17	0.2	167	19.2	2												
14	november	2319	Tridadi	tengah	novian eka	3	terjauh, warak	0.1	6.8	1.74	0.2	172	19.3	6												

Data Total Coliform PDAM

**KABUPATEN SLEMAN -
DINAS KESEHATAN
UPTD LABORATORIUM KESEHATAN**

Jl. Kalimantan Gg. Ambalat Purwosari Mlati Sleman Yogyakarta
Telepon (0274)884226, Faksimile (0274) 884226
Email : labkessleman@gmail.com

Mlati, 13 December 2019
Kepada
Yth, PDAM TIRTA SEMBADA
Jl.Parasmya No.18,Beran,Tridadi,Sleman

LAPORAN HASIL UJI

IDENTITAS SAMPEL
No.Ccontoh Uji/No.Plg : MIK/10884/107-PDAM-S
Ccontoh Uji : Air Minum
Berasal dari : Kran depan SR 1 Bpk. Senorejo
Asal Ccontoh Uji : Beran kidul,Tridadi,Sleman
Di ambil oleh : Sururi Imron,dkk, petugas Petugas PDAM. Sleman
Instansi : PDAM TIRTA SEMBADA
Tanggal Sampling : 02-12-2019
Tanggal Di terima : 02-12-2019
Tanggal Pengujian : 02-12-2019 s/d 13-12-2019

NO	PARAMETER	SATUAN	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan	HASIL UJI LAB	METODE UJI
1	E Coli	/100 ml	0	< 1.8	APHA 2012 see 9221-B
2	Total Koliform (MPN)	/100 ml	0	< 1.8	APHA 2012 see 9221-B

Catatan :
1. Hasil uji ini hanya berlaku untuk contoh uji yang di uji
2. Dilarang mengutip/mengcopy dan/atau mempublikasikan sebagian/semuruh isi lampiran hasil uji ini tanpa seijin UPTD Laboratorium Kesehatan Kabupaten Sleman
3. Semua parameter diuji di laboratorium
4. Permenkes 492 th 2010

Kepala UPTD Laboratorium Kesehatan Sleman
(T.M. Muryanto, S.K.M.)
Penata Tk. III/d
Nip. : 196208101989031014

*** CEPAT - AKURAT - TERPERCAYA ***

Lampiran 5 Permenkes N0. 492 Th 2010



Lampiran
Peraturan Menteri Kesehatan
Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010
Tanggal : 19 April 2010

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

I. PARAMETER WAJIB

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO ₂)	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO ₃)	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	LC	suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Klorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)	mg/l	0,6
	Nitritriacetic acid (NTA)	mg/l	0,2
c.	Pestisida		
	Alachlor	mg/l	0,02
	Aldicarb	mg/l	0,01
	Aldrin dan dieldrin	mg/l	0,00003
	Atrazine	mg/l	0,002
	Carbofuran	mg/l	0,007
	Chlordane	mg/l	0,0002
	Chlorobuturon	mg/l	0,03
	DDT	mg/l	0,001
	1,2-Dibromo-3-chloropropane (DBCP)	mg/l	0,001
	2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)	mg/l	0,03
	1,2-Dichloropropane	mg/l	0,04
	Isoproturon	mg/l	0,009
	Lindane	mg/l	0,002
	MCPA	mg/l	0,002
	Methoxychlor	mg/l	0,02
	Metolachlor	mg/l	0,01
	Molinate	mg/l	0,006
	Pendimethalin	mg/l	0,02
	Pentachlorophenol (PCP)	mg/l	0,009
	Permethrin	mg/l	0,3
	Simazine	mg/l	0,002
	Trihalzin	mg/l	0,02
	Chlorophenoxy herbicides selain 2,4-D dan MCPA		
	2,4-DB	mg/l	0,090
	Dichlorprop	mg/l	0,10
	Fenoprop	mg/l	0,009
	Mecoprop	mg/l	0,001
	2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid	mg/l	0,009
d.	Desinfektan dan Hasil Sampingannya		
	Desinfektan		
	Chlorine	mg/l	5
	Hasil sampingan:		
	Bromate	mg/l	0,01
	Chlorate	mg/l	0,7
	Chlorite	mg/l	0,7
	Chlorophenols		
	2,4,6-Trichlorophenol (2,4,6-TCP)	mg/l	0,2
	Bromoform	mg/l	0,1
	Dibromochloromethane (DBCM)	mg/l	0,1
	Bromodichloromethane (BDCM)	mg/l	0,06
	Chloroform	mg/l	0,3

Lampiran 6 Permenkes No.736 Th 2010



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Parameter	Frekuensi Pengujian	Jumlah sampel /parameter/jaringan distribusi		
		Jumlah penduduk yang dilayani		
		< 5000	< 5000 - 100.000	> 100.000
Kimia wajib	Enam bulan sekali	1	1 per 5000 penduduk	1 per 10.000 penduduk
Kimia tambahan**	Enam bulan sekali	1	1 per 5000 penduduk	1 per 10.000 penduduk

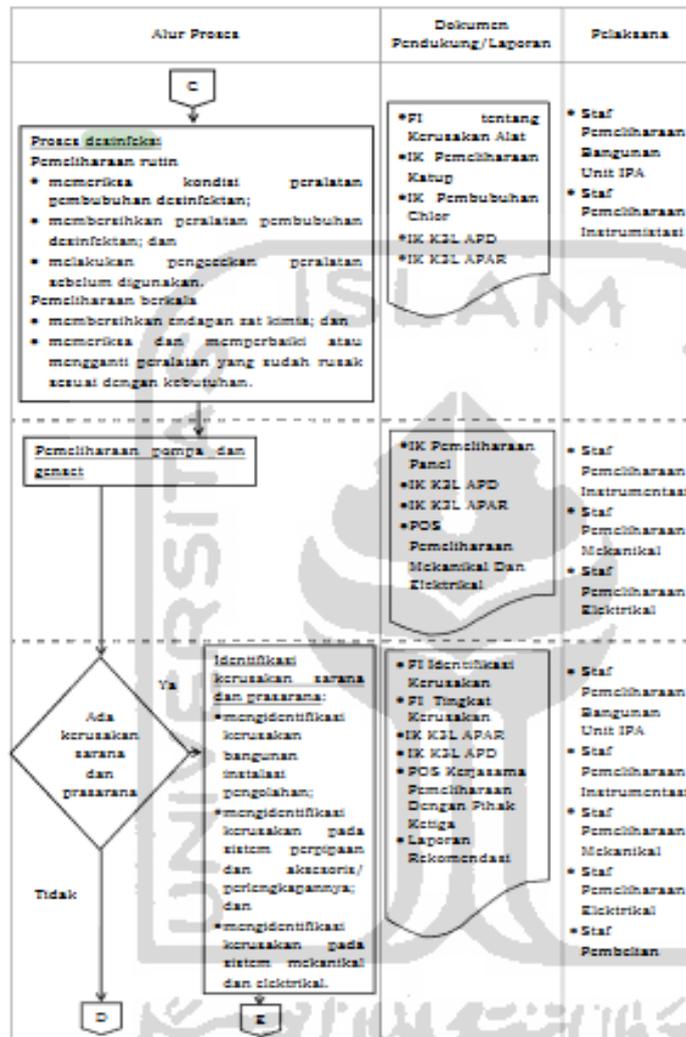
Keterangan:

* Sisa chlor diuji pada outlet reservoir dengan nilai maksimal 1 mg/l dan titik terjauh unit distribusi minimal 0,2 mg/l

** Parameter kimia tambahan yang ditetapkan oleh Peraturan Daerah.

b. Depot air minum

Lampiran 7 PUPR No.26 Th 2014



Alur Proses	Dokumen Pendukung/Laporan	Pelaksana
<p style="text-align: center;">A</p> <p>Proses Desinfeksi :</p> <ul style="list-style-type: none"> • mengalirkan air ke bak penampung atau reservoir • membubuhkan zat chlor untuk proses desinfeksi • mengambil sampel air hasil pengolahan untuk diperiksa ke laboratorium. 	<ul style="list-style-type: none"> • IK pengambilan sampel air • IK pembubuhan Chlor • IK K3L APD 	<ul style="list-style-type: none"> • Operator Pengolahan Air/ Operator terkait • Staf Sampling
<p>Pengawasan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • memantau dan mengamati selama proses aerasi berlangsung terbentuknya transfer oksigen dalam air baku; • memantau pH air olahan agar dijaga tetap netral; dan • memantau efektifitas pengolahan berdasarkan pengukuran penurunan kadar CO₂ agresif antara sebelum dan sesudah pengolahan. 	<ul style="list-style-type: none"> • FM Pengamatan dilapangan • IK K3L APD • Laporan hasil laboratorium sebelum dan sesudah pengolahan 	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisor Pengolahan Air/ Operator terkait • Analis kimia & Fisika

Lampiran 8 Petunjuk Teknis PU PR No 28 Th 2000

2.2 Bahan

2.2.1 Kaporit

Kaporit yang digunakan harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- 1) kadar khlor murni dalam senyawa $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ antara 60 - 70%;
- 2) berbentuk serbuk;
- 3) berwarna putih kekuningan;
- 4) belum berkontak dengan udara secara langsung;
- 5) jumlah kaporit yang akan dilarutkan dihitung dengan rumus :

$$W = Q \times C \times R_s \dots\dots\dots (1)$$

keterangan :

W = jumlah kaporit yang dibutuhkan (mg/detik);

Q = debit air baku (L/detik);

C = kadar Cl_2 dalam $\text{Ca}(\text{OCl})_2$;

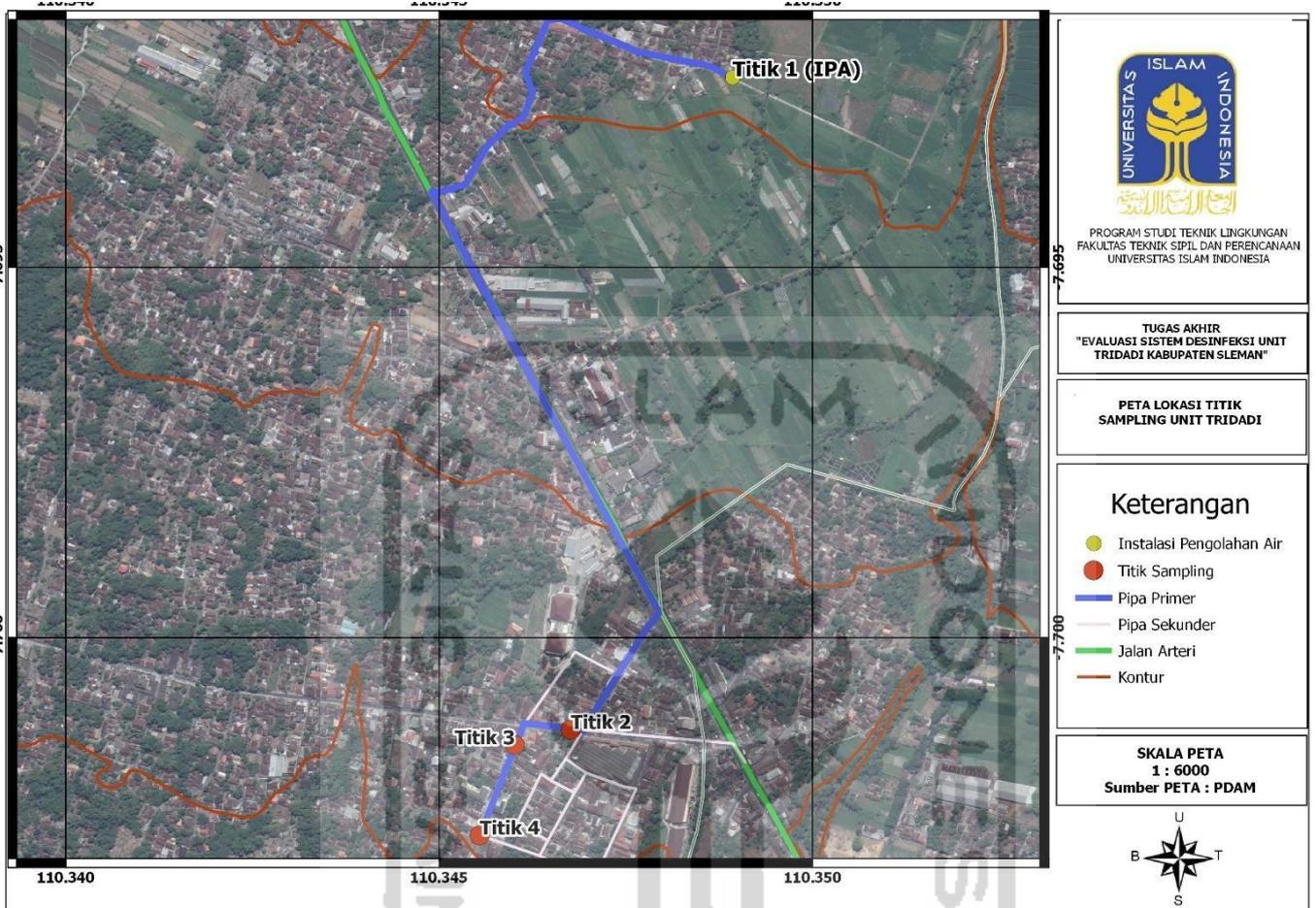
misal : kadar $\text{Cl}_2 = 60\%$

$$\text{maka } C = \frac{100}{60}$$

R_s = dosis pembubuhan (mg/L)

- 6) larutan kaporit dibuat pada saat akan dilakukan penjernihan air.

Lampiran 9 Peta Daerah Pengamatan



Lampiran 10 Alat dan Bahan

Alat dan bahan dalam penelitian merupakan sarana pendukung yang digunakan dalam pengambilan maupun penanganan sampel. Alat yang digunakan pada saat pengambilan dan penelitian sampel air di lokasi penelitian diantaranya sebagai berikut :

Alat :

1. Buret dan statif (1)
2. Pengaduk (1)
3. Botol Plastik (1)
4. Erlenmeyer 100 mL (1)
5. GPS (1)
6. Kamera (1)
7. Manometer (1)

Bahan :

1. Indikator amilum 1%
2. Larutan Standar Thiosulfat $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0093 N
3. CH_3COOH

Alat dan bahan yang digunakan pada saat pengujian kualitas air sampel air di Laboratorium yaitu :

Alat :

1. Tabung Reaksi
2. Tabung Durham
3. Pipet Ukur
4. Botol Plastik
5. Jarum ose
6. Rak Tabung
7. Alkohol
8. Oven
9. Pengaduk
10. Pipet Ukur

Bahan :

1. Laktosa ganda
2. Laktosa Tunggal
3. *Briliant Green Lacroca Broth* (BGLB)



Lampiran 11

Dokumentasi Pengujian Konsentrasi Sisa Klorin, Total *Coliform*, Tekanan



1. Proses pengambilan sampel air uji sisa klorin



2. Proses pengukuran tekanan air



3. Pengukuran sisa klorin dengan titrasi



4. Pemeriksaan bakteri total *coliform*



1. Uji total *coliform*



2. Survey Instalasi penjernihan Air Kadisono, Tridadi

RIWAYAT HIDUP

Saya Ardennita Marsha, lahir di Semarang pada 23 Maret 1998. Saya merupakan anak kedua dari dua bersaudara, ayah Marindra Danardono, S.E dan Ibu Sarwo Ediaty S.H. Penulis menempuh pendidikan terakhir di SMA Muhammadiyah 1 Yogyakarta sebelum memasuki bangku perkuliahan. Kemudian pada tahun 2016 penulis melanjutkan studi menjadi mahasiswa di program studi Teknik Lingkungan Fakultas Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Selain mengikuti kegiatan perkuliahan, penulis mengikuti salah satu organisasi eksternal Ikatan Mahasiswa Teknik Lingkungan Indonesia pada tahun 2017/2018 dan juga mengikuti beberapa kegiatan kepanitiaan kampus. Dengan ketekunan untuk terus belajar dan berusaha, dan juga doa dari keluarga dan kerabat penulis dapat menyelesaikan pengerjaan tugas akhir ini. Akhir kata, penulis mengucapkan rasa syukur sebesar-besarnya telah menyelesaikan studi dan semoga penulisan skripsi ini memiliki manfaat bagi penulis dan pembaca.

