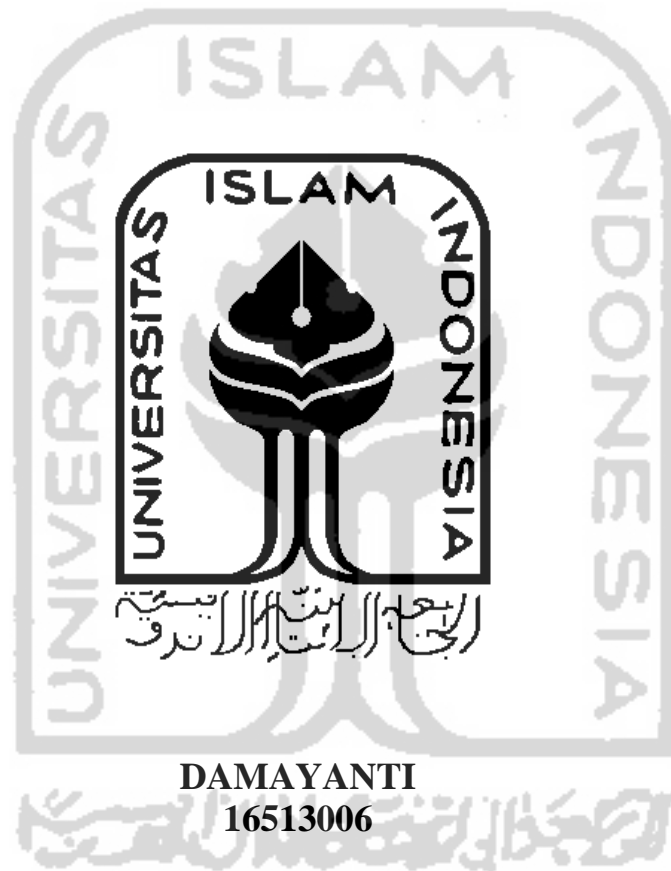


TA/TL/2020/1201

TUGAS AKHIR

**EVALUASI SISTEM DISINFEKSI PADA
PDAM SLEMAN UNIT NOGOTIRTO**

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



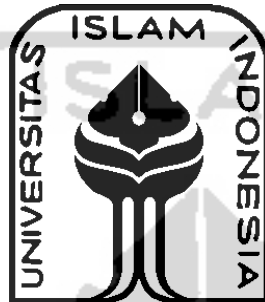
DAMAYANTI

16513006

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

TUGAS AKHIR
EVALUASI SISTEM DISINFEKSI PADA
PDAM SLEMAN UNIT NOGOTIRTO

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



الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

DAMAYANTI
16513006

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

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

NIK.025100407

Tanggal: 2 Juni 2020

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

NIK.155130111

Tanggal: 2 Juni 2020

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



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

NIK.025100406

Tanggal:

HALAMAN PENGESAHAN*

**EVALUASI SISTEM DISINFEKSI PADA
PDAM SLEMAN UNIT NOGOTIRTO**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Selasa
Tanggal : 2 Juni 2020

Disusun Oleh:

DAMAYANTI
16513006

Tim Penguji :

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

()

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

()

Dhandhun Wacano, 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,

Yang membuat pernyataan,



Damayanti

NIM: 16513006





PRAKATA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil'alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul "*Evaluasi Sistem Disinfeksi Pada PDAM Sleman Unit Nogotirto*"

Penulisan tugas akhir ini memiliki tujuan untuk memenuhi persyaratan akademik untuk mendapat gelar Sarjana Teknik program S1 pada Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia. Dalam proses penulisan tugas akhir ini terdapat banyak lika-liku yang dihadapi oleh penulis, namun berkat Rahmat Allah SWT dan dorongan serta *support* dari berbagai pihak, alhamdulillah dapat lancar dilalui. Untuk itu dalam kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis ingin mengungkapkan rasa syukur, dan mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang turut terlibat dalam penyelesaian tugas akhir ini. Ucapan rasa syukur dan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala Yang Maha Segalanya, yang telah memberikan kelancaran, berkah dan kekuatan kepada penulis, sehingga mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Orang tua penulis, Bapak Sunindio Purnama Adi dan Ibu Nurjanah yang telah membesarkan, mendidik, membimbing, dan senantiasa selalu mendoakan penulis, sehingga penulis mampu mengerjakan dan menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.Es., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Luthfia Isna, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II serta Bapak Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc. yang telah sabar membimbing, mengarahkan dan memberikan ilmu kepada penulis.
5. Bapak/Ibu dosen Teknik Lingkungan yang telah banyak berbagi ilmu dan pengalamannya selama masa perkuliahan, sehingga menginspirasi penulisan tugas akhir ini.
6. Seluruh jajaran PDAM Sleman, dari unit Nogotirto Bapak Bukhori selaku kepala unit, seluruh operator unit Nogotirto, dan jajaran PDAM pusat, Bapak Murdiman selaku Ka.Ur Tradis, Bapak Imron selaku Ka.Ur Kualitas Air, dan Bapak Mono selaku pembimbing penulis selama di PDAM, yang telah mengizinkan, membimbing, dan membantu penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
7. Seluruh teman-teman Teknik Lingkungan angkatan 2016 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, dan Ardennita Marsha selaku patner saya dalam tugas akhir ini yang telah membantu saya, menemani dan menyemangati, baik selama perkuliahan hingga tugas akhir ini selesai, semoga sukses selalu.

8. Seluruh teman – teman, sahabat saya, yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, dan Beta Putra Vebriawandaru yang telah membantu, menemani dan menyemangati, baik selama perkuliahan hingga tugas akhir ini selesai, serta seluruh teman- teman KKN unit 248 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, yang juga telah menemani, dan menyemangati selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
9. Semua pihak yang telah membantu, sehingga penulis mendapatkan kelancaran dalam pengerjaan hingga penyelesaian tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis menyadari akan adanya kelemahan dan kekurangan dalam tugas akhir ini, untuk itu penulis mohon maaf dan penulis berharap dengan adanya tugas akhir ini dapat memberikan informasi, inspirasi, referensi ataupun pengetahuan yang bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta,

Damayanti



ABSTRAK

Damayanti. Evaluasi Sistem Disinfeksi pada Unit Nogotirto PDAM Sleman. Dibimbing oleh Dr. Andik Yulanto, S.T., M.T. dan Luthfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc

Kualitas air minum untuk pelanggan PDAM selalu dipantau dan diawasi dengan berbagai regulasi, salah satu parameter yang diperhatikan adalah keberadaan klorin pada jaringan distribusi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi sistem disinfeksi pada unit Nogotirto, kabupaten Sleman sesuai dengan regulasi yang berlaku. Penelitian ini dilakukan dengan pengukuran konsentrasi klorin secara lapangan pada PERMENKES No.736/Menkes/2010 konsentrasi aman klorin dalam pipa distribusi 0,2 mg/L hingga 1 mg/L, dilanjutkan dengan uji laboratorium untuk mengetahui kualitas mikrobiologi (total *coliform*) dalam jaringan pada PERMENKES No.492/Menkes/2010 batas maksimum keberadaan total *coliform* adalah 0 (nol) Jumlah/100 mL dan terakhir memodelkan keberadaan klorin dengan *software* EPANET. Berdasarkan hasil analisis perbedaan antara data insitu dan pemodelan EPANET < 30% menandakan EPANET dapat digunakan dan pada prosedur pengoprasian sistem disinfeksi bahwa Unit Nogotirto telah sesuai dengan PUPR 26/PRT/M/2014 tentang Prosedur Operasional Standar Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum, namun terdapat beberapa titik yang melebihi baku mutu parameter kualitas air minum.

Kata kunci: EPANET, Prosedur Operasional, Klorin, Sistem Disinfeksi, Total *Coliform*

ABSTRACT

Damayanti. Evaluation of Disinfection Systems at Nogotirto Unit in Sleman PDAM Supervised by Dr. Andik Yulanto, S.T., M.T., and Luthfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc

The quality of drinking water for PDAM customers is monitored by various regulations, one of the parameters to consider is the presence of chlorine in the distribution network. The purpose of this research is to evaluate the disinfection system in the Nogotirto unit, Sleman Regency in accordance with applicable regulations. This research was conducted by measuring the concentration of chlorine insitu at PERMENKES No.736/Menkes/2010 safe concentration of chlorine in the distribution pipe 0.2 mg/L to 1 mg/L, continued with laboratory testing to determine the quality of microbiology (total coliform) in the regulation in PERMENKES No.492/Menkes/2010 the maximum limit for the presence of total coliform is 0 (zero) JPT/100 mL and finally modeling the chlorine concentrate with EPANET software. Based on the analysis results of the difference between insitu data and EPANET modeling <30%, indicates that EPANET can be used to modelling and in the disinfection system operating procedure that the Nogotirto Unit is following PUPR 26/PRT/M/2014 concerning Standard Operating Procedures for Drinking Water Supply Management Systems, some points that exceed the quality standard of drinking water quality parameters.

Keywords: EPANET, Operational Procedures, Chlorine, Disinfection System, Total Coliform



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
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 Persyaratan Penyediaan Air Minum	3
2.2 Standar Kebutuhan Air Minum	3
2.3 Proses Pengolahan Air Minum	3
2.4 Disinfeksi dan Klorinasi	4
2.4.1 Kegunaan Klorin	5
2.4.2 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Klorinasi	5
2.5 Break Point Chlorination (BPC)	5
2.6 Analisis Bakteri Total <i>Cooliform</i> (MPN)	8
2.7 Analisis Program EPANET 2.0	9
2.7.1. Perhitungan Koefisien Penurunan	9
2.7.2. Perhitungan Dosis dan Kebutuhan Kaporit	9
2.7.3. Analisa Kualitas Air	10
BAB III METODE PENELITIAN	11
3.1 Kerangka Penelitian	11
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	12
3.3 Data Penelitian	12
3.3.1. Jenis Data	12
3.3.2. Alat dan Bahan	12

3.4	Metode Penelitian	13
3.4.1.	Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel Air	13
3.4.2	Pengambilan Sampel Air	15
3.4.3	Pengukuran Parameter Klorin	15
3.4.4	Pemeriksaan Bakteri Total <i>Coliform</i>	16
3.5	Prosedur Analisis Data	18
3.5.1.	Perhitungan Nilai Konsentrasi Klorin	18
3.5.2.	Pengukuran Koefisien Penurunan Klorin	18
3.5.3.	Analisis EPANET 2.0	18
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1	Kondisi Umum Unit Nogotirto	21
4.1.1.	Kualitas Air Baku Unit Nogotirto	21
4.1.2.	Tekanan Air Pelanggan Pada Daerah Penelitian	22
4.1.3.	Cakupan Pelayanan	23
4.2.	Instalasi Pengolahan Air Minum	23
4.3.	Unit Disinfeksi	25
4.3.1.	Proses Klorinasi dan Pembubuhan Klor	26
4.3.1.1	Proses Klorinasi	27
4.3.1.2.	Pembubuhan Klorin	27
4.3.2.	Prosedur Pembubuhan Kaporit di Unit Nogotirto	29
4.3.3.	Pengaruh Konsentrasi Klorin dengan Jarak	29
4.3.4.	Pengaruh Konsentrasi Klorin dengan Tekanan	32
4.3.5.	Prosedur Analisis EPANET dan Perhitungan Dosis	33
4.3.6.	Hasil Pemodelan Penurunan Klorin dengan EPANET	36
4.4	Jumlah Total <i>Coliform</i> Pada Daerah Penelitian	39
4.5.	Identifikasi Masalah dan Rekomendasi	43
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran	45
	DAFTAR PUSTAKA	46
	LAMPIRAN	49
	RIWAYAT HIDUP	65

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jenis – Jenis Data	12
Tabel 3.2. Jarak Pengambilan Contoh Uji	15
Tabel. 4.1. Data Kualitas Air Baku Unit Nogotirto	22
Tabel. 4.2. Data Rata-Rata Tekanan Air	23
Tabel. 4.3. Pelanggan Aktif Unit Nogotirto	23
Tabel. 4.4 Tabel Waktu Kontak	28
Tabel. 4.5. Data Rata-Rata Konsentrasi Klorin	30
Tabel. 4.6. Data Nilai Konsentrasi dan Jarak	30
Tabel. 4.7. Data Nilai Konsentrasi dengan Tekanan, Elevasi, Jarak	32
Tabel. 4.8. Data Penurunan klorin untuk <i>Bulk Reacion</i>	35
Tabel. 4.9. Perhitungan Koefisien Penurunan Klorin	35
Tabel. 4.10. Data Berdasarkan Waktu Total <i>Coliform</i>	40
Tabel. 4.11. Data Perbandingan Total <i>Coliform</i>	41
Tabel. 4.12 Identifikasi Masalah dan Rekomendasi	43





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Klorinasi dengan <i>Breakpoint</i>	6
Gambar 3.1. Diagram Alir Metode Penelitian	11
Gambar 3.2. Lokasi Titik Sampel	14
Gambar 3.3 Titrasi Iodometri	16
Gambar 3.4 Pemeriksaan <i>e-coli</i>	17
Gambar 3.5 Diagram Alir Analisis EPANET	19
Gambar 4.1 Penyediaan Air Nogotirto	21
Gambar 4.2 Pengolahan pada Instalasi Pertama Donokitri	24
Gambar 4.3 Pengolahan pada Instalasi Kedua Bedog	25
Gambar 4.4 (a) Bak Disinfeksi (b) Isi	25
Gambar 4.5. Skema Klorinasi	26
Gambar 4.6. Skema Pembubuhan Klorin	29
Gambar 4.7. Perbandingan Konsentrasi dan Jarak	31
Gambar 4.8. Perbandingan Tekanan, Kosentrasi dengan Jarak	33
Gambar 4.9. Tahapan EPANET 2.0	34
Gambar 4.10 Peta EPANET sesudah di <i>run</i>	37
Gambar 4.11 Hasil Proses <i>run</i> EPANET 1	38
Gambar 4.12 Hasil Proses <i>run</i> EPANET 2	38
Gambar 4.13 Rata-Rata Waktu Total <i>Coliform</i>	40
Gambar 4.14 Perbandingan Jarak dan Total <i>Coliform</i>	41
Gambar 4.15 Perbandingan Kosentrasi dan Total <i>Coliform</i>	42



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengamatan Keseluruhan Volume Titrasi	48
Lampiran 2 Data Pengamatan Keseluruhan Tekanan	48
Lampiran 3 Data PDAM Kualitas Air Baku	50
Lampiran 4 Data Kualitas Total <i>Coliform</i> Air Nogotirto	51
Lampiran 5 Permenkes 492 tahun 2010	54
Lampiran 6 Permenkes 736 tahun 2010	55
Lampiran 7 PUPR 26 tahun 2014	57
Lampiran 8 Juknis PUPR Pt-T-28-2000-C	58
Lampiran 9 Dokumentasi dan Pengujian Penelitian	60
Lampiran 10 Perhitungan	62





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih merupakan kebutuhan pokok manusia yang dibutuhkan secara berkelanjutan, dan harus memenuhi standar kriteria, baik dari segi fisik, kimia, maupun biologis. Pentingnya keberlangsungan sumber daya air membuat air bersih menjadi prioritas utama dalam penanganannya. Hal itu karena kebutuhan air bersih menyangkut kehidupan banyak orang terutama untuk kelayakan air minum. Konsumsi air minum yang memenuhi standar akan menjamin kesehatan bagi para pengguna, terutama dalam menghilangkan berbagai jenis penyakit yang diakibatkan oleh air (*water born disease*).

Salah satu parameter kualitas air yang disyaratkan dalam air minum adalah klorin (*chlorine*). Konsentrasi klorin yang tepat merupakan salah satu aspek penting untuk menjamin kualitas air saat mencapai konsumen masih baik. Karena hal tersebut akan berdampak langsung pada kandungan mikroorganisme dalam air dan klorin merupakan senyawa berbahaya yang bersifat karsinogen apabila dikonsumsi.

Dalam sistem distribusi air minum sangat dimungkinkan terjadi perubahan kualitas air terutama dari sisi biologi. Berubahnya kualitas dapat disebabkan oleh pathogen yang masuk dalam jaringan perpipaan melalui berbagai cara salah satunya seperti kebocoran pipa. Sehingga perlu dilakukan proses disinfeksi menggunakan klorin untuk menjamin kondisi air minum aman terutama dari sisi biologi. Penjaminan kualitas air minum dari sisi biologi (dinyatakan bebas bakteri) dipenuhi dengan konsentrasi klorin minimal sebesar 0.2 mg/L, dengan batas maksimum konsentrasi pembubuhan pada tandon sebesar 1 mg/L.

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) salah satunya PDAM Sleman merupakan Perusahaan Daerah yang bergerak dalam penyediaan air bersih untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. PDAM memberikan jasa pelayanan dan menyelenggarakan kemanfaatan di bidang air minum, sudah pasti melakukan penjaminan kualitas air minum bagi masyarakat yang dilayaninya dengan melakukan pengecekan kualitas air terutama konsentrasi klorin di PDAM Sleman yang dilakukan pada setiap unit pengolahannya salah satunya unit Nogotirto sebanyak sebulan sekali.

Unit Nogotirto mulai beroperasi pada tahun 1991. Unit ini memiliki satu kantor dan dua instalasi pengolahan Sumber air yang digunakan oleh instalasi berasal dari sumur dalam, sumur dangkal, dan sungai (air permukaan), unit ini berlokasi di Dusun Donokitri, Kelurahan Nogotirto, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman, Provinsi DIY. Oleh karena Nogotirto telah lama beroperasi dalam menyediakan air minum perlu dan penting untuk dievaluasi tentang sistem disinfeksi sebagai bentuk penjaminan kualitas air minum kepada pelanggan.

1.2 Perumusan Masalah

Pada pengolahan air minum, unit disinfeksi merupakan unit yang penting karena berfungsi untuk menghilangkan bakteri *pathogen* pada air, namun

operasional yang dilakukan belum terlalu banyak diteliti dan dievaluasi, oleh karenanya permasalahan yang dapat dibahas pada penelitian ini:

1. Bagaimana evaluasi sistem disinfeksi unit Nogotirto, PDAM Sleman?
2. Bagaimana pengaruh jarak dengan penurunan konsentrasi klorin bebas dalam jaringan distribusi?
3. Bagaimana pengaruh konsentrasi klorin terhadap total *coliform* dalam jaringan distribusi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari rumusan permasalahan yang telah diuraikan, tujuan dari penelitian ini adalah melakukan evaluasi kelayakan sistem disinfeksi PDAM Sleman di Unit Nogotirto, berdasarkan hasil analisis pemodelan klorin menggunakan *software* EPANET 2.0 dan hasil uji laboratorium mengacu pada Permenkes Nomor 492 tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, Permenkes Nomor 736 tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum, dan PUPR Nomor 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 kelayakan kelayakan sistem disinfeksi unit Nogotirto, PDAM Sleman.
2. Mengetahui pengaruh jarak dengan penurunan konsentrasi klorin dalam jaringan distribusi
3. Mengetahui pengaruh konsentrasi 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 di Unit Nogotirto.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup penelitian ini sebagai berikut:

- 1 Wilayah penelitian dilakukan di Unit Nogotirto, Kecamatan Godean, Kabupaten Sleman, dengan total jarak yang diamati sejauh 1062 m dari unit instalasi pengolahan dan terbagi menjadi 4 titik sampel.
- 2 Asumsi penelitian ini terletak pada aspek operasional, aspek pelayanan pelanggan, dan pengawasan internal terhadap tekanan, konsentrasi klorin dan total *coliform* pada kualitas air yang diproduksi oleh unit Nogotirto.
- 3 Pada penelitian ini terbatas pada pemantauan kualitas air dalam jaringan distribusi, tanpa analisis letak kebocoran.
- 4 Indikator yang digunakan untuk evaluasi sistem disinfeksi pada unit Nogotirto PDAM Sleman adalah klorin dan total *coliform* dalam jaringan distribusi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Persyaratan Penyediaan Air Minum

Persyaratan wajib kualitas penyediaan air minum diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/Menkes/Per/IV/2010, yang terdiri dari dua parameter, yaitu :

1. Parameter wajib, terdiri dari parameter mikrobiologi dan parameter kimia an-organik
2. Parameter tidak wajib, terdiri dari parameter fisik dan parameter kimiawi.

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.

2.2 Standar Kebutuhan Air Minum

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

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 desinfektan pada air.

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 Disinfeksi dan Klorinasi

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 desinfektan. Desinfektan dapat didefinisikan sebagai bahan kimia atau pengaruh fisika yang digunakan untuk mencegah terjadinya infeksi atau pencemaran jasad renik seperti bakteri dan virus, dan juga untuk membunuh atau mengurangi jumlah mikroorganisme atau kuman penyakit lainnya. (Azhar, 2012).

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

2.4.1 Kegunaan Klorin

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

Memiliki sifat bakterisidal dan garmisidal:

1. Dapat mengoksidasi zat besi, mangan, dan hidrogen sulfida
2. Dapat menghilangkan bau dan rasa tidak enak pada air
3. Dapat mengontrol perkembangan alga dan organisme pembentuk lumut yang dapat mengubah bau dan rasa pada air
4. Dapat membantu proses koagulasi

2.4.2 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Klorinasi

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kemampuan desinfeksi dalam membunuh mikroorganisme seperti konsentrasi desinfektan, jenis desinfektan, waktu kontak, faktor lingkungan seperti pH, suhu, kualitas air dan jarak tempuh air

1. **Konsetrasi Desinfektan** Semakin besar konsentrasi desinfektan yang digunakan maka semakin besar pula laju desinfeksi. Sehingga semakin baik kerja desinfektan dalam membunuh bakteri patogen dalam air.
2. **Jenis Desinfektan** yang digunakan berfungsi untuk menentukan nilai koefisien pemusnahan spesifik. Jenis desinfektan yang sering digunakan dalam proses pengolahan air adalah ozonisasi, iradiasi UV, klorinasi dan klorin dioksida
3. **Waktu Kontak** merupakan waktu yang dibutuhkan desinfektan untuk membunuh mikroorganisme.
4. **Faktor Lingkungan** yang mempengaruhi desinfeksi diantaranya yaitu pH, suhu atau temperatur, kualitas air baku dan jarak tempuh. (Ali, 2010)

2.5 Break Point Chlorination (BPC)

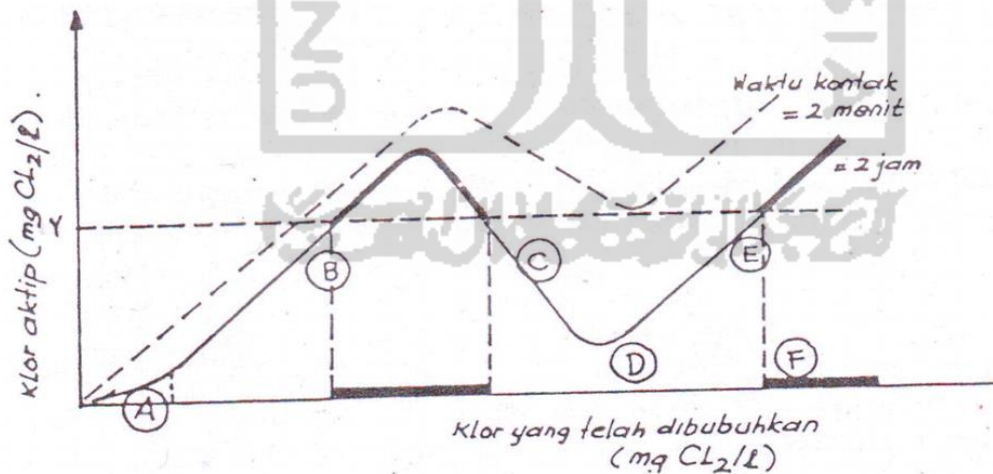
Break Point Chlorination (BPC) adalah penentuan jumlah klorin yang dibutuhkan dalam pereaksian, sehingga semua zat yang dapat dioksidasi menjadi teroksidasi, amoniak hilang sebagai gas N_2 , dan masih ada residu klorin aktif terlarut yang konsentrasinya dianggap perlu untuk disinfeksi mikroorganisme (Santika, S.S., 1987)

Jumlah klorin yang harus ditambahkan untuk mencapai tingkat residu yang diinginkan disebut kebutuhan Sisa Klorin. Dari grafik BPC yang telah diketahui kebutuhan Sisa Klorinnya bisa digunakan untuk mendapatkan prosentase penyisihan dari mikroorganisme. Konsentrasi kaporit yang didapat dari hasil Break Point Chlorination (BPC) harus dikalikan dengan jumlah air yang akan didesinfeksi untuk mendapatkan prosentase penyisihan mikroorganisme yang optimum (Clesceri, L.S., et al., 1998)

Desinfeksi merupakan salah satu proses dalam pengolahan air minum maupun air limbah yang bertujuan untuk membunuh mikroorganisme patogen. Metode desinfeksi yang paling umum digunakan di Indonesia adalah dengan

menggunakan klorin. Selain dapat membasmi bakteri dan mikroorganisme seperti amuba, ganggang, dan lain-lain, klorin dapat mengoksidasi Fe^{2+} , Mn^{2+} menjadi Fe^{3+} , Mn^{3+} , dan memecah molekul organik seperti warna. Selama proses tersebut kaporit direduksi sampai menjadi klorida (Cl^-) yang tidak mempunyai daya desinfeksi (Nurdjannah dan Moesriati, 2005). Kaporit cukup efektif sebagai desinfektan dan terjangkau dari segi ekonomi. Waktu desinfeksi terhadap mikroorganisme pada proses klorinasi dengan konsentrasi klorin 1 ppm pada $\text{pH} = 7,5$ dan suhu $= 25^{\circ}\text{C}$ tergantung jenis mikroorganismenya Tetapi menurut Sururi, dkk., (2008), desinfeksi dengan menggunakan klorin berpotensi menghasilkan Trihalometan (THMs) yang disebabkan oleh adanya reaksi antara senyawa senyawa organik berhalogen dalam air baku dengan klorin.

Senyawa klorin atau klorin yang berfungsi sebagai biosida pengoksidasi dapat berasal dari gas Cl_2 , atau dari garam-garam NaOCl dan $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ (kaporit) (Lestari, dkk., 2008). Kaporit/ kalsium hipoklorit adalah senyawa kimia bersifat korosif pada kadar tinggi, dan pada kadar rendah biasanya digunakan sebagai penjernih air (Alaert dan Sumestri, 1987). BPC adalah konsentrasi klorin aktif yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik, bahan organik (amoniak) dan bahan lain yang dapat dioksidasi serta membunuh mikroorganisme jika masih ada sisa klorin aktif pada konsentrasi tersebut. BPC akan diikuti dengan pembentukan gas N_2 akibat paparan klorin aktif yang berlebih pada klorinamin. Hal ini menyebabkan penurunan jumlah klorin bebas dan masih ada residu klorin aktif yang konsentrasinya dianggap perlu sebagai desinfektan. Dengan kata lain, jumlah klorin yang dibutuhkan untuk membunuh bakteri koliform (desinfektan) adalah jumlah residu klorin aktif setelah terjadi BPC. (Alaert dan Sumestri, 1987 dan Brooks, 1999). Grafik klorinasi dengan breakpoint dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Grafik Klorinasi dengan Breakpoint.

- (A) Oksidasi zat-zat pereduksi,
- (B) Klorinamin terbentuk,
- (C) Gas N_2 terbentuk,
- (D) Breakpoint,
- (E) Klorin aktif = $(\text{HOCl}^-) + (\text{OCl}^-) + (\text{Cl}_2) + (\text{NH}_2\text{Cl}) + (\text{NHCl}_2)$,(i)

2.6 Analisis Bakteri Total *Coliform* dengan *Most Probable Number* (MPN)

Bakteri Koliform merupakan suatu kelompok bakteri heterogen, berbentuk batang, gram negatif, non motil atau motil, memiliki flagella peritrikus, berfimbria atau tidak, berkapsul atau tidak, tidak membentuk spora, aerobik dan anaerobik fakultatif yang memfermentasi laktosa dengan menghasilkan asam dan gas dalam waktu 48 jam pada suhu 35°C. Biasanya digunakan sebagai mikroorganisme indikator adanya pencemaran di badan air. Bakteri koliform secara umum memiliki sifat dapat tumbuh pada media agar sederhana, koloni sirkuler dengan diameter 1-3 mm, sedikit cembung, permukaan koloni halus, tidak berwarna atau abu-abu dan jernih. Bakteri yang termasuk bakteri Koliform adalah *Citrobacter*, *Klebsiela*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Serratia*, dan *Yersinia* (Mara dan Horan, 2003).

Koliform merupakan suatu grup bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran dan kondisi yang tidak baik terhadap air. Bakteri-bakteri indikator sanitasi umumnya adalah bakteri yang lazim terdapat dan hidup pada usus manusia. Jadi, adanya bakteri koliform pada air menunjukkan bahwa dalam satu atau lebih tahap pengolahan air pernah mengalami kontak dengan feses yang berasal dari usus manusia dan oleh karenanya mungkin mengandung bakteri patogen lain yang berbahaya. Adanya bakteri koliform di dalam perairan menunjukkan kemungkinan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik dan atau toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan (Burhan, 2010).

Bakteri koliform dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu fekal koliform dan non-fekal koliform. Bakteri koliform jenis fekal adalah bakteri yang biasanya digunakan sebagai indikator adanya pencemaran bakteri patogen. Penentuan koliform fekal menjadi indikator pencemaran dikarenakan jumlah koloninya berkorelasi positif dengan keberadaan bakteri patogen. Untuk mengetahui jumlah koliform di dalam perairan digunakan metode *Most Probable Number* (MPN), yakni Pemeriksaan kehadiran bakteri *coliform* dari air yang dilakukan berdasarkan penggunaan medium kaldu laktosa yang ditempatkan di dalam tabung reaksi berisi tabung Durham (tabung kecil yang letaknya terbalik, digunakan untuk menangkap gas yang terjadi akibat fermentasi laktosa menjadi asam dan gas) (Harley, 2002). Kehadiran bakteri *coliform* besar pengaruhnya terhadap kehidupan manusia, terbukti dengan kualitas air minum, secara bakteriologis tingkatannya ditentukan oleh kehadiran bakteri tersebut (Widjiati dan Ristiati, 2004).

Metode MPN merupakan salah satu teknik menghitung jumlah mikroorganisme per mili bahan yang digunakan sebagai media biakan. Metode MPN pada dasarnya sama dengan metode perhitungan cawan, tetapi menggunakan medium cair dalam tabung reaksi. Perhitungan didasarkan pada tabung yang positif, yaitu tabung menunjukkan pertumbuhan mikroba setelah inkubasi pada suhu dan waktu tertentu dan dapat diketahui dari gelembung gas yang dihasilkan pada tabung Durham (Waluyo, 2004)

2.7 Analisis Program EPANET 2.0

EPANET 2.0 adalah program yang dapat menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas 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.

EPANET di design sebagai alat untuk mencapai dan mewujudkan pemahaman tentang pergerakan dan nasib kandungan air minum dalam jaringan distribusi. Juga dapat digunakan untuk berbagai analisa berbagai aplikasi jaringan distribusi. Sebagai contoh untuk pembuatan design, kalibrasi model hidrolis, analisa sisa khlor, dan analisa pelanggan.

EPANET dapat membantu dalam memanage strategi untuk merealisasikan kualitas air dalam suatu system. Semua itu mencakup:

- Alternatif penggunaan sumber dalam berbagai sumber dalam satu system
- Alternatif pemompaan dalam penjadwalan pengisian/pengosongan tangki.
- Penggunaan treatment, misal khlorinasi pada tangki penyimpanan
- Pen-target-an pembersihan pipa dan penggantinya.

Dijalankan dalam lingkungan windows, EPANET dapat terintegrasi untuk melakukan editing dalam pemasukan data, running simulasi dan melihat hasil running dalam berbagai bentuk (format), Sudah pula termasuk kode-kode yang berwarna pada peta, tabel data-data, grafik, serta citra kontur. (Lewis A. Rossman, 2000)

2.7.1. Perhitungan Koefisien Penurunan

Dalam melakukan analisa sisa klorin, sebelumnya perlu dilakukan pengamatan di lapangan terkait penentuan penurunan klorin pada sistem distribusi eksisting. Dalam pengamatan ini dicatat lokasi titik sampling (alamat pelanggan) yang nantinya digunakan untuk mengetahui konsentrasi 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 chlor pada jaringan distribusi Sesuai rumus (1)

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

Dimana:

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

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

K = Konstanta penurunan

V = Kecepatan (m/s)

L = Jarak aliran (m) (Fahir Hassan, dan Ali Masduqi, 2014)

2.7.2. Perhitungan Dosis dan Kebutuhan Kaporit

Setelah mendapatkan nilai dari koefisien penurunan, maka dilanjutkan perhitungan terkait dengan *initial Quality* atau konsentrasi yang terus menerus diinjeksikan, merupakan salah satu data yang harus dilengkapi ketika melakukan pemodelan menggunakan EPANET ini, berdasarkan Petunjuk Teknis PUPR 28

tahun 2000 tentang Tata Cara Pembubuhan pada Unit IPA. Didalamnya terdapat rumus untuk menghitung kebutuhan kaporit dan dosis klorin yang dibutuhkan, Berikut merupakan rumus perhitungan tersebut:

$$W = Q \times C \times R_s \dots\dots\dots(2)$$

Maka, rumus dosis pembubuhannya seperti dibawah ini,

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

Keterangan:

W = Kebutuhan Kaporit (mg/detik)

Q = Debit air baku/ instalasi (L/s)

C = Kadar Cl₂ dalam kaporit (60 – 70%)

R_s= Dosis pembubuhan (mg/L) (Juknis PUPR Pt-T-28-2000-C)

2.7.3. Analisa Kualitas Air

Untuk kasus sederhana kita akan melacak perkembangan dapam usia air dalam jaringan setiap waktu. Untuk membuat analisis tersebut kita harus memilih Usia untuk parameter yang ditetapkan dalam Quality Options (Pilih **Option-Quality** dari halaman Data dari Browser, kemudian klik tombol edit pada browser untuk memunculkan Property Editor). Jalankan analisis dan pilih usia dari parameter untuk diperlihatkan dalam peta. Buatlah urutan waktu plot untuk usia pada tangki. Perhatikan, tidak seperti level air, 72 jam tidaklah cukup bagi tangki untuk mencapai periodik kebiasaan dari usia air. (Kondisi standar untuk semua node adalah dimuali dengan usia 0). Cobalah mengulang simulasi menggunakan durasi 240-jam atau pastikan usia saat awal pada 60 jam pada tangki. (masukkan 60 sebagai nilai Initial Quality pada Property Editor pada tangki).

Akhirnya kita dapat melihat simulasi perjalanan dan peluruhan dari chlorine memlui jairngan. Ikutilah langkah-langkah perubahan pada database :

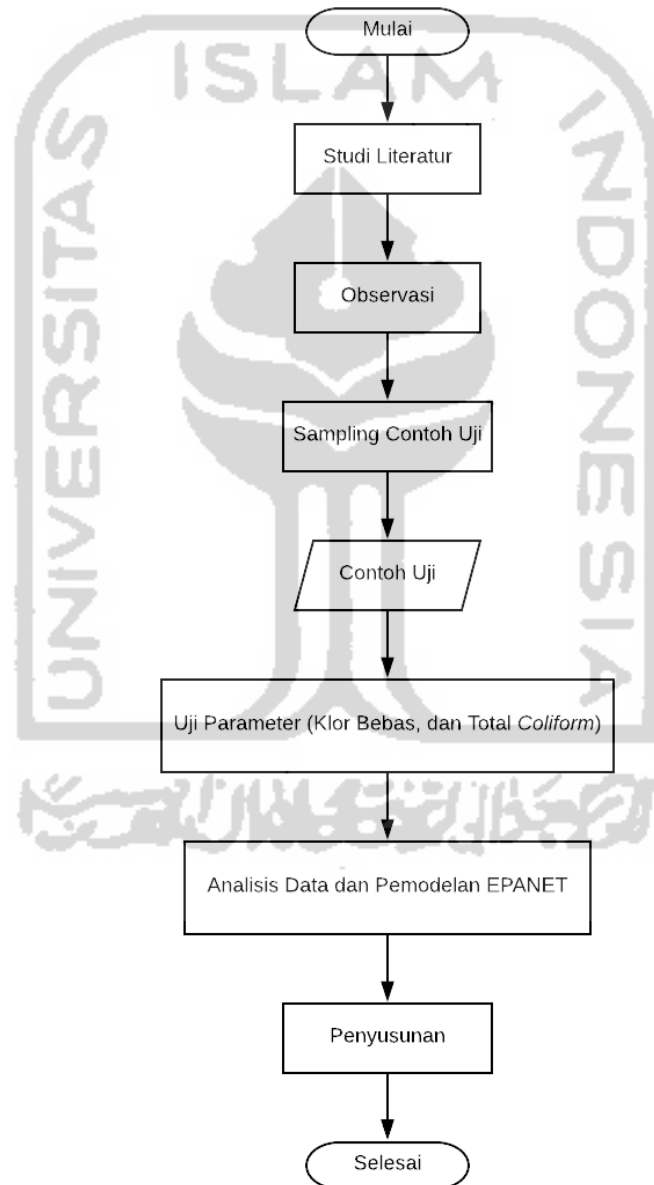
1. Pilih **Option-Quality** untuk diedit dari Data Browser. Pada field Parametr Property Editor ketiklah Chlorine.
2. Pindah ke Option-Reactions pada Browser. Untuk Global Bulk Coeffcient masukkan nilai -1.0. Angka ini merefleksikan laju khlorin yang akan meluruh pada saat reaksi pada aliran bulk sepanjang waktu. Laju tersebut apan diaplikasikan pada seluruh pipa pada jaringan. Anda dapat mengedit nili ini untuk pipa tunggal jika dibutuhkan.
3. Kik pada node Reservoir dan atur Initial Quality pada 1.0. Ini adalah konsentrasi dari khlorin yang secara kontinue masuk ke dalam jaringan. (Atur kembali initial quality pada Tank ini menjadi 0 jika akan mengubahnya)

Setelah dilakukan running menggunakan program EPANET dilakukan analisis terkait kondisi hidrolis pada pipa rencana terlebih dahulu, apabila analisis hidrolis ini telah sesuai dengan ketentuan atau kondisi lapangan analisis bias dilanjutkan pada penurunan sisa chlor. Apabila pada tahapan analisis terdapat aspek-aspek yang tidak memenuhi persyaratan atau criteria perencanaan yang ditentukan, dapatdilakukan perubahan dengan catatan perubahan pada program juga diterapkan pada perubahan kondisi eksisting agar scenario program EPANET sesuai dan dapat digunakan. (Lewis A. Rossman, 2000).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian

Dalam melaksanakan Evaluasi Sistem Disinfeksi PDAM Sleman Unit Nogotirto di Kabupaten Sleman terdapat tahapan-tahapan pekerjaan yang sistematis mengacu kepada tujuan dari penelitian ini seperti yang ditunjukkan gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Alir Metode Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di unit Nogotirto pada instalasi dan jaringan distribusi pipa, yang berada di Kecamatan Godean, Kabupaten Sleman, Kemudian dilakukan analisis parameter klorin secara langsung (*insitu*) menggunakan metode titrasi untuk parameter klorin, serta analisis kualitas air parameter biologis yaitu *Total Coliform* dengan metode JPT MPN Hal ini dilakukan selama bulan Januari – Februari 2020.

3.3 Data Penelitian

3.3.1. Jenis Data

Data yang dikumpulkan terbagi menjadi data primer dan data sekunder, kemudian data tersebut diolah sesuai dengan peruntukannya. Jenis data dan cara mendapatkan berbagai data yang digunakan dalam penelitian ini:

Tabel 3.1 Jenis – Jenis Data

Jenis Data	Data	Sumber Data	Acuan	Cara Pengolahan Data
Primer	Konsentrasi Klorin	Titrasi Iodometri	Juknis PUPR Pt-T-28-2000-C	Disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan pemodelan EPANET serta perbandingan dengan regulasi.
	Tekanan Air Pelanggan	Manometer	BPPSPAM	Disajikan dalam bentuk tabel dan grafik serta perbandingan dengan regulasi.
	Bakteri Total <i>coliform</i>	Uji MPN	SNI 73388:2000	Disajikan dalam bentuk tabel dan grafik serta perbandingan dengan regulasi.
Sekunder	Kualitas Air Baku	Laporan Teknik		Disajikan dalam bentuk tabel dan grafik
	Kebutuhan Kaporit dan Prosedur Pembubuhan Daerah Pelayanan	Observasi		Disajikan dalam bentuk pembahasan dan perhitungan
	(debit, kecepatan, elevasi dan diameter pipa)	PDAM Pusat		Dosajikan dalam bentuk pemodelan EPANET

3.3.2. Alat dan Bahan

Setelah mengetahui jenis-jenis data dilanjutkan dengan penyiapan alat dan bahan dalam penelitian ini, karena merupakan sarana pendukung yang digunakan dalam pengambilan maupun penanganan sampel. Bahan yang digunakan pada saat pengambilan dan penelitian sampel air di lokasi penelitian yaitu

1. Buret dan Statif
2. Pengaduk
3. Botol Plastik dan Botol Kaca
4. Gelas Beker 250 mL
5. GPS
6. Kamera
7. Manometer
8. Indikator amilum 1%
9. Larutan Standar Thiosulfat $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0093 N
10. KI

Sedangkan alat yang digunakan pada saat pengujian kualitas air sampel air di Laboratorium menggunakan metode pengujian *Most Probable Number* (MPN) yaitu:

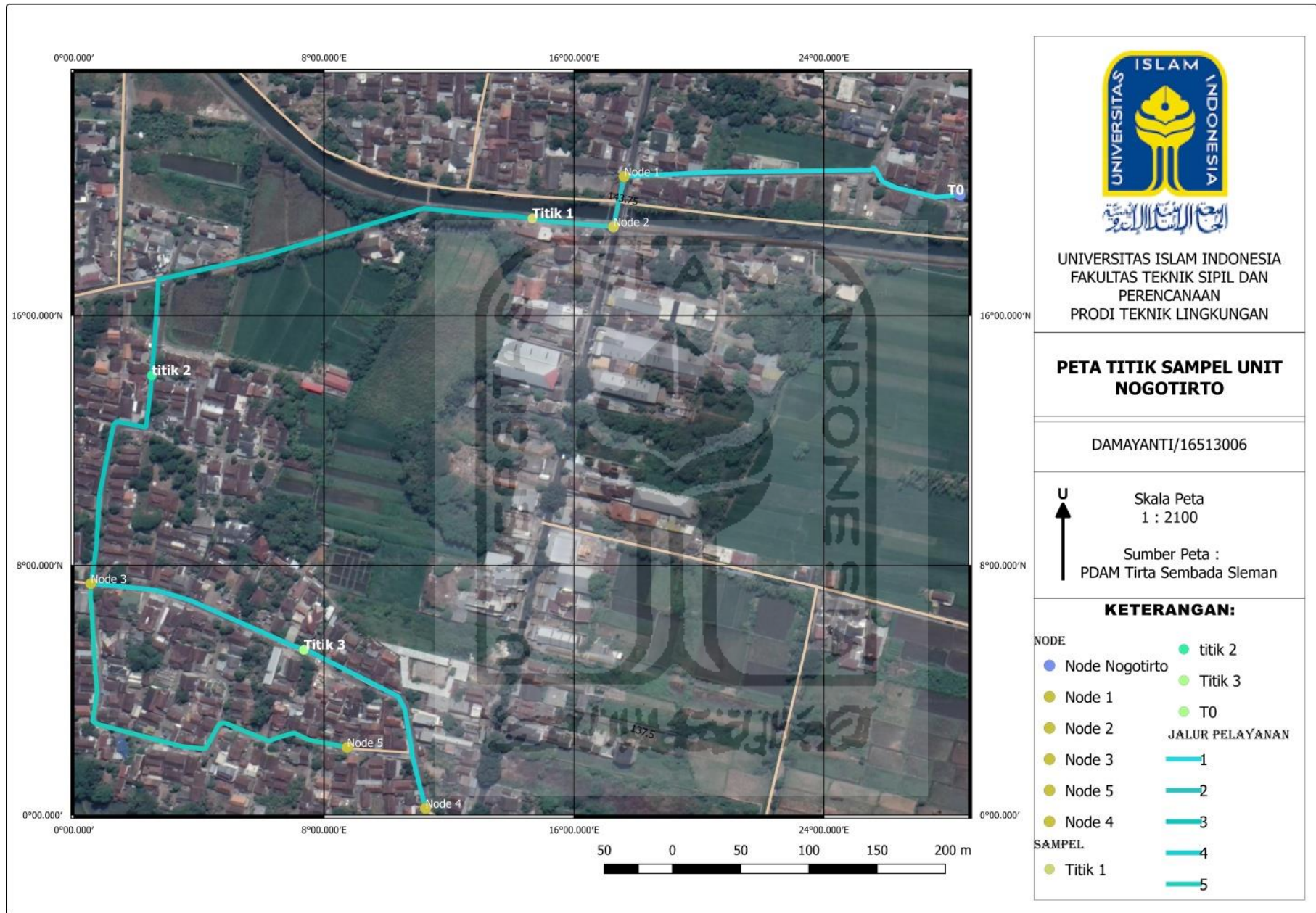
1. Tabung Reaksi
2. Tabung Durham
6. Pipet Ukur
7. Botol Plastik
8. Bunsen dan jarum ose
6. Laktosa ganda
7. Laktosa tunggal
8. Brilliant Green Lactoca Broth (BGLB)

3.4 Metode Penelitian

3.4.1. Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel Air

Lokasi penelitian dilakukan pada jaringan distribusi pipa, yang berada di Unit Nogotirto Kecamatan Godean, Kabupaten Sleman. Sampel yang diambil dalam penelitian ini adalah sampel air. Lokasi Unit Nogotirto terletak pada koordinat -7.754112,110.349363. Lokasi pengambilan contoh air secara rinci terlihat pada gambar.





Gambar 3.2. Lokasi Titik Sampel

Penentuan pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu sampel diambil dari beberapa titik tertentu untuk mewakili keadaan keseluruhan jaringan distribusi, 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. Berikut merupakan tabel pengambilan sampel:

Tabel 3.2. Jarak Pengambilan Contoh Uji

No	Titik Pengambilan	Jarak Antar Titik (m)	Jarak Kumulatif (m)
1.	Nogotirto	0	0
2.	Sampel terdekat	356	356
3.	Sampel tengah	355	711
4.	Sampel terjauh	351	1062

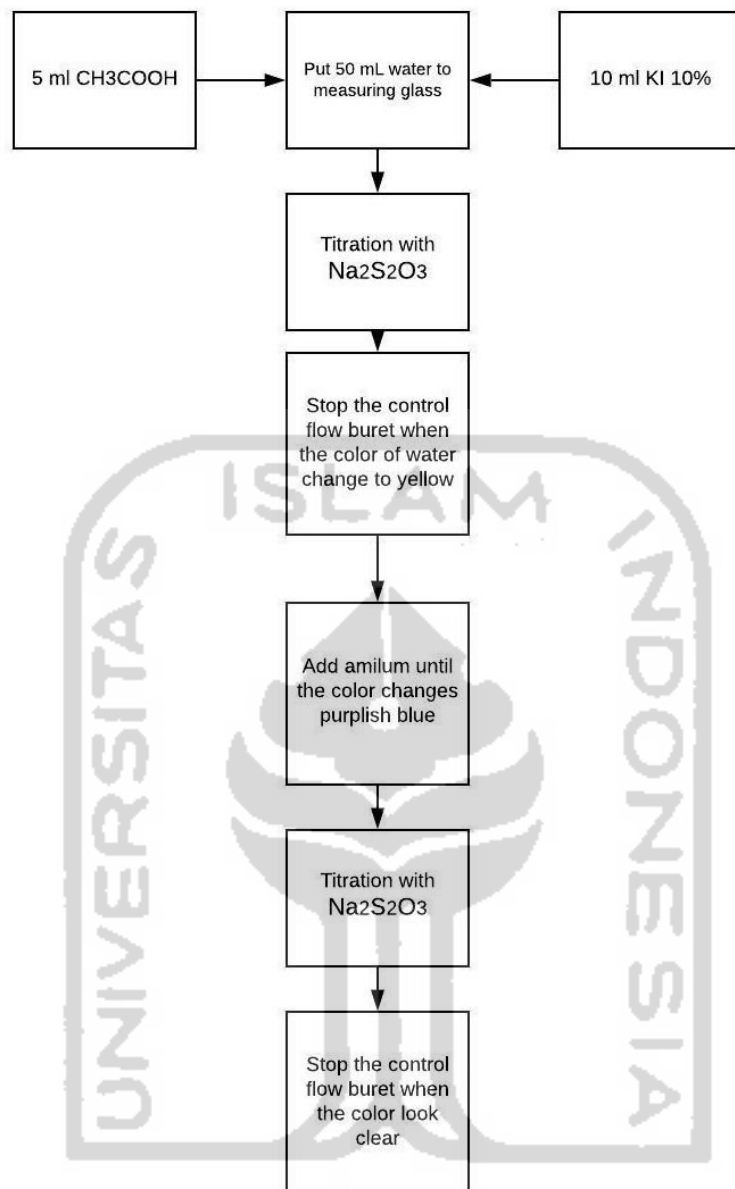
3.4.2 Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air pada penelitian ini berdasarkan SNI 06-0412-1991 tentang Metode Pengambilan Contoh Kualitas Air. Sampel yang diambil pada penelitian kali ini berjumlah 4 sampel dilakukan 3 kali dalam 1 hari, dengan rentang waktu 7 hari dilakukan pada bulan Januari 2019, 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 titrasi pengecekan klorin dan pemeriksaan bakteri Total *colform*..

3.4.3 Pengukuran Parameter Klorin

Pengukuran parameter klorin pada penelitian kali ini menggunakan metode titrasi iodometri. Dalam penelitian ini digunakan larutan standar Thiosulfat $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dan indikator amilum yang dapat mengubah warna larutan sampel air mengandung klorin menjadi berwarna kuning pucat setelah ditetesi larutan standari menjadi biru ungu dan berakhir dengan jernih setelah titrasi.

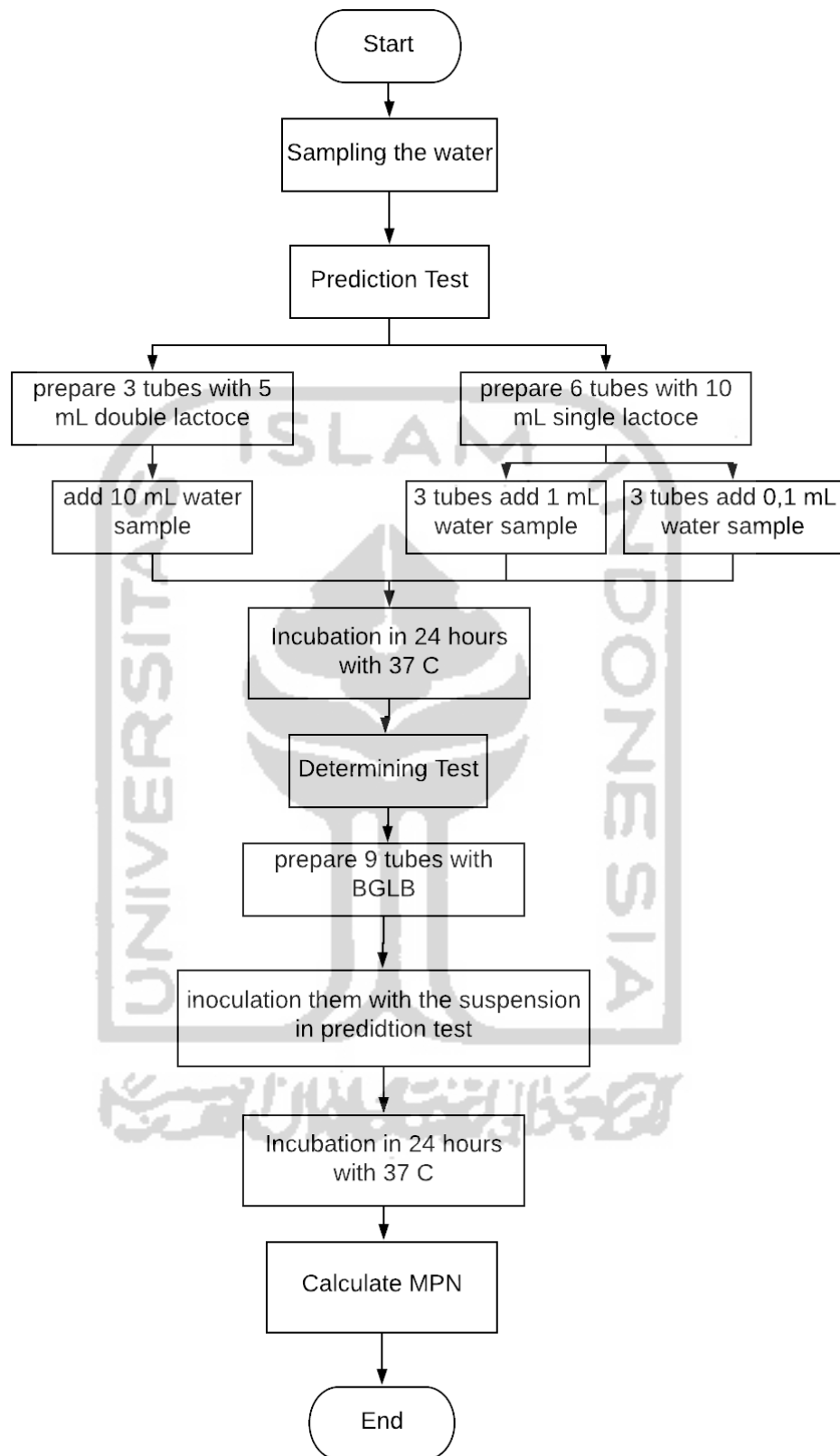
Bilangan peroksida dapat ditentukan dengan metode iodometri menggunakan prinsip pengukuran sejumlah iodium yang dibebaskan dari KI melalui oksidasi oleh peroksida pada suhu ruang dalam reagen campuran. Iodium yang terbentuk dititrasi dengan larutan standar dan menghasilkan ion iodida. Iodometri adalah 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.



Gambar 3.3 Titrasi Iodometri

3.4.4 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 Pemeriksaan *e-coli*

3.5 Prosedur Analisis Data

3.5.1. Perhitungan Nilai Konsentrasi Klorin

Setelah diperoleh jumlah volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang dipakai hingga membuat larutan berubah warna menjadi kuning kemerahan, kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui konsentrasi klorin, dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Klorin} = \frac{1000 \times (A-B)N \times 35.46}{v} \dots\dots\dots(0)$$

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 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

V = volume sampel (mL)

3.5.2. Pengukuran Koefisien Penurunan Klorin

Dalam melakukan analisa sisa klorin, sebelumnya perlu dilakukan pengamatan di lapangan terkait penentuan penurunan klorin pada sistem distribusi eksisting. Dalam pengamatan ini dicatat lokasi titik sampling (alamat pelanggan) yang nantinya digunakan untuk mengetahui konsentrasi 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 chlor pada jaringan distribusi Sesuai rumus (1) Fahir Hassan, dan Ali Masduqi, 2014

$$\ln c_e = \ln c_0 - \left(\frac{k}{v}\right) L \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

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

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

K = Konstanta penurunan

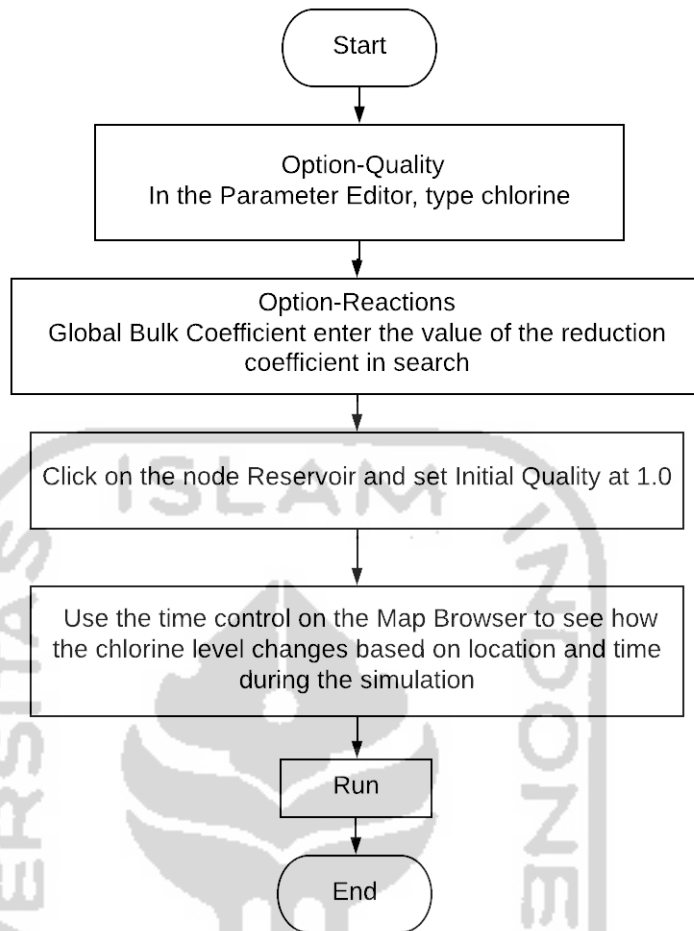
V = Kecepatan (m/s)

L = Jarak aliran (m)

3.5.3. Analisis EPANET 2.0

Analisis data diperoleh dengan pengambilan data di lapangan yang berupa air pelanggan PDAM untuk mengetahui besarnya klorin yang terkandung di air PDAM.

Setelah mendapatkan 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



Gambar 3.5 Diagram Alir Analisis EPANET

Setelah dilakukan running menggunakan program EPANET dilakukan analisis terkait kondisi hidrolis pada pipa rencana terlebih dahulu, apabila analisis hidrolis ini telah sesuai dengan ketentuan atau kondisi lapangan analisis bisa dilanjutkan pada persebaran sisa klorin.



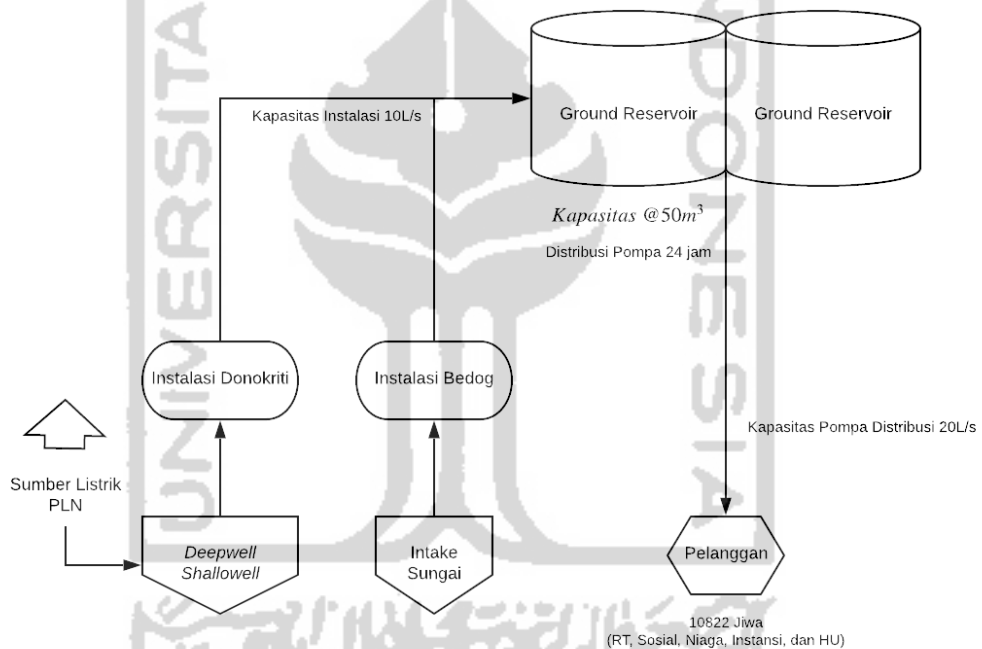
“Halaman ini sengaja di kosongkan”

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Unit Nogotirto

Unit Nogotirto berlokasi di Dusun Donokitri, Kelurahan Nogotirto, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, merupakan unit yang mulai beroperasi sejak tahun 1991, sebelumnya merupakan kantor cabang wilayah Barat PDAM Sleman sebelum akhirnya kantor cabang wilayah Barat PDAM berpindah ke unit Godean.

Unit ini memiliki satu kantor dan pegawai sebanyak 13 pegawai unit serta 1 Kepala Unit, unit nogotirto ini mempunyai dua instalasi pengolahan (Bedog dan Donokitri) dan beberapa sumber air baku yang berasal dari sumur dalam (*deepwell*), sumur dangkal (*shallowwell*), dan sungai (air permukaan). Seperti pada gambar 4.1. berikut ini:



Gambar 4.1 Penyediaan Air Nogotirto

Unit Nogotirto merupakan satu-satunya unit di wilayah barat yang distribusi airnya menggunakan pompa pada kedua instalasi dengan kapasitas distribusi 20 liter/detik dengan waktu distribusi selama 24 jam.

4.1.1. Kualitas Air Baku Unit Nogotirto

Pada kualitas air baku ini, peneliti tidak mengambil data secara langsung, namun merupakan data sekunder dari bagian Produksi di PDAM Sleman selama bulan Januari – November 2019. Kapasitas yang terpasang dalam satu tahun pada unit Nogotirto ini sebesar 643563 m³ dengan volume produksi sebenarnya selama

satu tahun sebesar 520567 m³ ini memiliki air baku yang berasal berbagai sumber antara lain *deepwell* pertama Donokitri, *deepwell* kedua Trini, *shallowwell* Donokitri, Beji dan sungai Bedog.

Berikut ini merupakan tabel kualitas air baku berdasarkan konsentrasi Fe dan TDS yang ada di unit Nogotirto:

Tabel. 4.1. Data Kualitas Air Baku Unit Nogotirto

No	Bulan	Sumber Air Baku	Konsentrasi (mg/L)	
			Fe	TDS
1	Januari	-	2	181
2	Februari	-	0.2	139
3	Maret	<i>Deepwell</i> Donokitri	2	177
4	April	Beji	2	311
5	Mei	<i>Deepwell</i> Trini	0.2	318
6	Jun	<i>Deepwell</i> Trini	0.2	318
7	Juli	<i>Shallowwell</i> Donokitri	0	198
8	Agustus	<i>Shallowwell</i> Donokitri	0	178
9	September	Sungai Bedog	0.1	175
10	Oktober	Sungai Bedog	0.1	174
11	November	Sungai Bedog	0.2	220

Sumber : Data Hasil Pemeriksaan Kualitas Air PDAM Sleman

Dapat dilihat dari tabel 4.1 kandungan Fe pada bulan Januari, Maret dan April tinggi yaitu sebesar 2 mg/L, ini terlampaui tinggi, karena maksimal kandungan Fe adalah 0,3 mg/L jika disesuaikan dengan batas persyaratan kualitas air minum. Namun, karena ini berupa air baku maka dapat dimaksimalkan pada proses pengolahannya sehingga air hasil produksinya dapat memenuhi persyaratan kualitas air minum. Sedangkan untuk TDS semuanya dibawah baku mutu maksimal yaitu <500 mg/L, dengan mengetahui kualitas air baku maka, optimalisasi kerja tiap unit pengolahan dapat dilakukan.

Selain penting untuk mengetahui kualitas air baku yang akan diolah, Nogotirto juga melakukan pergantian penggunaan sumber air baku karena bergantung pada kualitas air baku seperti pada tabel 4.1 dan kuantitas kebutuhan air produksi, setelah diamati kualitas dan kuantitasnya tidak terpenuhi air baku dapat dilakukan pergantian sumber.

4.1.2. Tekanan Air Pelanggan Pada Daerah Penelitian

Tekanan air pelanggan diukur secara langsung selama kurun waktu 7 hari, waktu pengukuran pagi pukul 06.00 – 07.00 WIB, siang pukul 12.00 – 13.00 WIB dan sore pukul 17.00 – 18.00 WIB, dan berada pada 4 titik pengukuran berdasarkan pelanggan jarak terdekat, tengah dan terjauh dari unit instalasi. Berikut merupakan data primer rata-rata tekanan air pelanggan yang diukur menggunakan manometer selama 7 hari:

Tabel. 4.2. Data Rata-Rata Tekanan Air

No	Lokasi	Rata-rata waktu			Rata-rata keseluruhan
		Pagi	Siang	Sore	
1	Nogotirto	0.67	0.66	0.67	0.67
2	Terdekat	0.52	0.48	0.52	0.51
3	Tengah	0.65	0.65	0.65	0.65
4	Terjauh	0.66	0.65	0.65	0.66

Sumber : Data Lapangan Peneliti

Menurut BPPSPAM, pelanggan harus mendapatkan tekanan melebihi 0,7 bar atau $0,7 \text{ kg/cm}^2$. Pada tabel 4.2. dapat dilihat bahwa tekanan air masih dibawah kriteria walaupun sudah mendekati $0,7 \text{ kg/cm}^2$.

4.1.3. Cakupan Pelayanan

Cakupan pelayanan unit Nogotirto ialah satu kecamatan, yaitu Gamping. Ada tiga kelurahan yang dilayani, yaitu Trihanggo, Nogotirto dan Banyuraden. Berikut data sambungan dan perkiraan jumlah jiwa terlayani Sambungan total: 1709 Sambungan aktif: 1607 Jumlah jiwa terlayani (konversi dari sambungan aktif): 10822 Berikut jumlah pelanggan aktif unit Nogotirto

Tabel 4.3 Pelanggan Aktif Unit Nogotirto

Kategori	RT	Sosial	Niaga	Inst	HU	Indstr	Total
Jumlah (SR)	1577	8	8	10	4	0	1607
Jumlah (Jiwa)	9462	200	160	800	200	0	10822

Sumber: Laporan Teknik Unit Nogotirto,

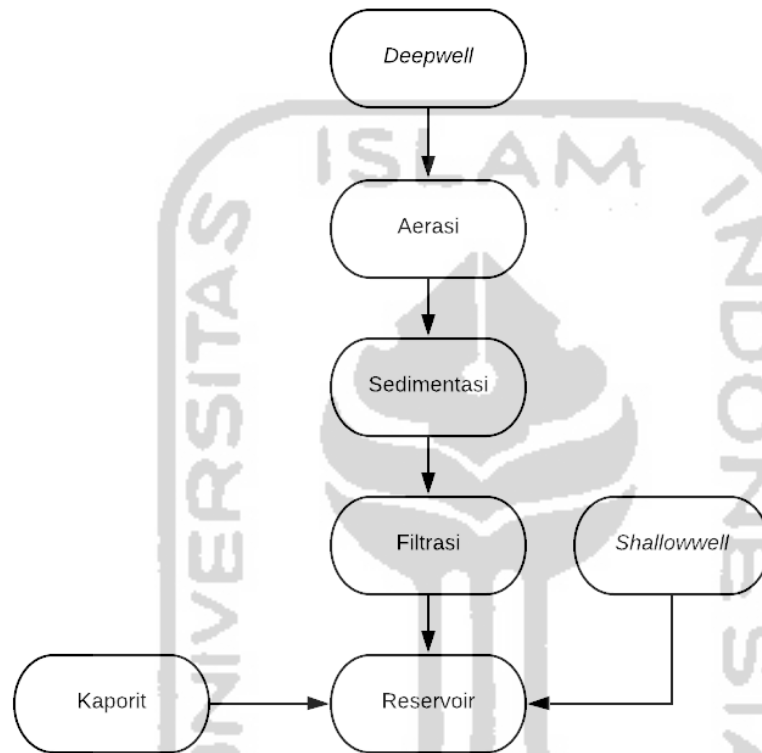
Layanan Sambungan Aktif Unit Nogotirto Dari tabel 4.3, dapat dilihat sambungan rumah tangga ialah yang paling banyak, sedangkan untuk niaga ialah yang paling sedikit. Kemudian, tidak ada satupun industri yang dilayani oleh unit Nogotirto

4.2. Instalasi Pengolahan Air Minum

Instalasi unit Nogotirto terletak dekat dengan kantor unit yang berlokasi di Dusun Donokitri, Kelurahan Nogotirto, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman. Cakupan pelayanan unit Nogotirto ialah kelurahan Trihanggo, Nogotirto dan Banyuraden. Dengan pelayanan Sambungan total sebanyak 1.709 (SR) dan sambungan aktif sebanyak 1.607 (SR) dengan kurang lebih jiwa yang terlayani sebanyak 10.822 jiwa. Unit Nogotirto merupakan satu-satunya unit diwilayah barat yang distribusi airnya menggunakan pompa di kekedua instalasi dengan kapasitas distribusi 20 liter/detik dengan waktu distribusi selama 24 jam, dan sumber listrik yang dimiliki berasal PLN.

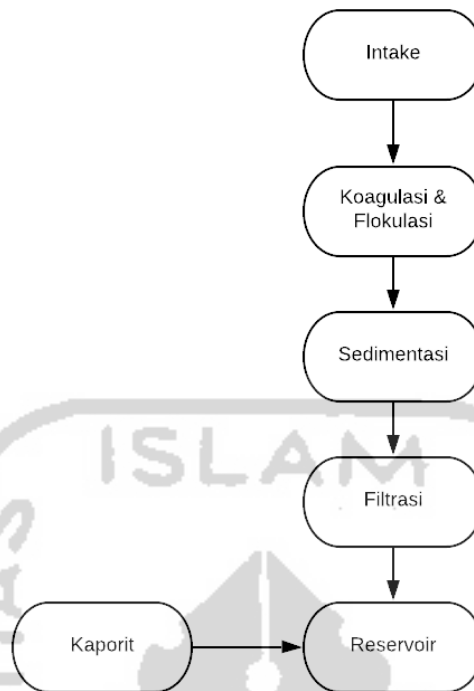
Instalasi pertama pada unit Nogotirto memiliki tiga sumber air baku utama, yaitu *deep well* Donokitri, *deep well* Trini dan *shallow well* Donokitri. Untuk yang bersumber dari *deep well* dan sungai, air baku yang diambil

kemudian masuk ke proses aerasi. Hal ini dilakukan karena tingginya kandungan Fe pada sumber air baku, setelah aerasi dilanjutkan ke proses sedimentasi untuk diendapkan, setelah itu masuk ke dalam unit filtrasi untuk proses penyaringan dan terakhir disinfeksi untuk mematikan mikroorganisme yang merugikan. Sedangkan untuk yang bersumber dari *shallow well* langsung menuju bak reservoir, kemudian dilakukan pembubuhan kaporit. Berikut skema pengolahan pada instalasi Pertama Donokitri:



Gambar 4.2 Pengolahan pada Instalasi Pertama Donokitri

Instalasi kedua, memiliki sumber air berasal dari intake sungai, kemudian dialirkan menuju ke proses koagulasi. Dalam koagulasi (pengadukan cepat) dilakukan pembubuhan PAC dan Soda Ash. Setelah itu masuk pada proses flokulasi (pengadukan lambat). Kemudian diendapkan pada unit sedimentasi, selanjutnya menuju unit filtrasi dan berakhir pada unit disinfeksi. Pembubuhan disinfektan dilakukan dengan proses injeksi ke reservoir. Disinfektan yang digunakan ialah kaporit. Berikut skema pengolahan pada instalasi Kedua Bedog:



Gambar 4.3 Pengolahan pada Instalasi Kedua Bedog

4.3. Unit Disinfeksi

Unit disinfeksi merupakan pengolahan terakhir pada instalasi pengolahan air, sebelum distribusikan ke pelanggan. Disinfeksi adalah suatu proses untuk mendestruksi mikroorganisme patogen dengan penambahan bahan kimia, selain itu disinfeksi ini bertujuan untuk menjamin kualitas air untuk pelanggan.

Pada unit Nogotirto, proses disinfeksi dilakukan dengan cara menginjeksikan bahan kimia ataupun desinfektan yaitu kaporit *calcium hypochlorite powder* yang memiliki rumus kimia $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ dengan kebutuhan harian 1,5 kg/hari kedalam reservoir Berikut merupakan gambar bak disinfeksi unit Nogotirto:



Gambar 4.4 (a) Bak Disinfeksi dan Reservoir

(b) Isi Bak Disinfeksi

4.3.1. Proses Klorinasi dan Pembubuhan Klor

Klorinasi sangat penting dilakukan dalam proses disinfeksi karena berfungsi untuk membunuh mikroba pathogen dalam air menggunakan klorin. Pada proses ini jenis desinfektan dan waktu kontak dengan air memengaruhi jumlah matinya mikroba pada saat proses disinfeksi. Oleh karenanya berikut merupakan skema tahapan klorinasi untuk mendapatkan dosis yang tepat:



Gambar 4.5 Proses Klorinasi

Dari gambar 4.5 tersebut tahapan klorinasi maka dapat dijelaskan:

1. Setelah proses pengolahan air bersih selesai perlu untuk memastikan ataupun menguji titik DPC/BPC yang merupakan titik ketika kadar klor aktif menurun sampe titik terendah, titik ini diperlukan guna mengetahui dosis klorin yang dibubuhkan.
2. Kemudian pada penentuan dosis klorin ini bervariasi tergantung pada kualitas air, suhu, dan kondisi iklim lainnya yang terjadi pada sistem klorinasi, dosis klorin yang dibutuhkan dapat dicari melalui uji laboratorium setelah diketahuinya titik DPC/BPC.
3. Dilanjutkan dengan pengukuran debit yang akan di klorinasi, ketepatan dalam mengukur debit akan memengaruhi tingkat kebutuhan klorin per liter airnya.
4. Setelah diketahui debit yang akan diklorinasi dan dosisnya yang dibubuhkan maka dapat dicari kebutuhan kaporit yang digunakan pada tiap harinya.

Pada pengambilan data lapangan penelitian ini dilakukan dengan memantau kualitas air setelah proses klorinasi berlangsung, (konsentrasi klorin yang diterima oleh pelanggan) pada waktu pagi, siang, dan sore dengan interval waktu ± 6 jam dengan jumlah sampel 84 buah pada jaringan distribusi yang bertujuan untuk melihat ketersediaan klorin dilapangan.

Proses klorinasi ini dapat disajikan melalui perhitungan, hanya saja untuk menghitung optimalisasi penambahan atau pengurangan dosis terlebih dahulu melakukan uji laboratorium mengenai DPC/BPC dan tidak dapat dilakukan pendekatan perhitungannya. Agar lebih jelas, berikut merupakan pendekatan perhitungan pada sistem klorinasi hingga pembubuhannya (selain penentuan DPC):

4.3.1.1 Proses Klorinasi

Dengan kebutuhan kaporit tiap hari pada unit Nogotirto yang sudah diketahui sebesar 1,5 kg/hari dan kadar Cl₂ sebesar 70%, dan debit pengolahannya sebesar 10 L/s maka pendekatan perhitungan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus (3)

$$R_s = \frac{W}{Q \times c} \dots \dots \dots (3)$$

Oleh karenanya, Dosis Pembubuhannya sebesar:

$$1,5 \text{ kg/hari} = \frac{1,5 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \times 10^6}{86400 \text{ s}} = 17,361 \text{ mg/s}$$

$$R_s = \frac{17,361 \text{ mg/s}}{10 \frac{\text{L}}{\text{s}} \times \frac{100}{70}} = 1,21 \text{ mg/L}$$

Nilai 1,21 mg/L inilah yang disebut dengan dosis pembubuhan, Menurut Juknis PUPR Pt-T-28-2000-C dosis ini berasal dari konsentrasi DPC/BPC ditambah klorin yang diinginkan, nilai ini sudah diinput kedalam EPANET dan dimodelkan pada bab 4.3.5.

4.3.1.2. Pembubuhan Klorin

Prosedur pembubuhan klorin ini dapat dilihat gambar 4.6, desinfektan yang dipilih oleh unit nogotirto adalah kaporit dengan kebutuhan harian sebesar 1,5 kg/hari, kaporit memiliki densitas sebesar 860 kg/m³ dengan kondisi kaporit memiliki konsentrasi Cl sebesar 5% dan maka perlu untuk diketahui debit pembubuhannya, waktu bak disinfeksi kosong, hingga waktu kontak, sebagai gambaran proses disinfeksi yang berlangsung:

a. Debit Pembubuhan Klorin

$$\begin{aligned} \text{Volume Kaporit} &= \frac{\text{Massa Kaporit}}{\text{Densitas Kaporit}} \dots \dots \dots (4) \\ &= \frac{1,5 \text{ kg/hari}}{860 \text{ kg/m}^3} = 0,0017 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume bak} &\cong \text{Volume Larutan Pada Satu Periode Waktu Tertentu} \\ \text{Volume Larutan} &= \text{Volume Kaporit} + \text{Volume Pelarut} \dots \dots \dots (5) \end{aligned}$$

$$\text{Volume Larutan} = \frac{100}{5} \times 0,0017 \text{ m}^3 = 0,034 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Pelarut} &= 0,034 \text{ m}^3/\text{hari} - 0,0017 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,0323 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Setelah diketahui beberapa data diatas, maka bila pelarutan dilakukan tiap 24 jam, maka volume bak debit pembubuhannya adalah
 Volume bak Disinfeksi = Volume larutan (24 jam)

$$= 0,034 \text{ m}^3 = 34 \text{ L}$$

$$\begin{aligned} \text{Debit Pembubuhan Klorin} &= \frac{\text{Volume larutan} \times 10^3 \text{ mL}}{86400 \text{ s/hari}} \\ &= \frac{34 \text{ L/hari} \times 10^3 \text{ mL}}{86400 \text{ s/hari}} \end{aligned}$$

$$= 0,394 \text{ mL/detik} \approx 1,4184 \text{ L/jam} \quad (\text{Ali Masduqi, 2016})$$

Dapat dikatakan bahwa volume yang dihasilkan (volume larutan) sebesar 34 L pada bak disinfeksi, setelah air dan kaporit tercampur kemudian itu dialirkan/dibubuhkan kedalam reservoir dengan debit pembubuhan sebesar 0,394 mL/s dan diatur menggunakan *dosepump* ini menandakan bahwa jumlah yang masuk kedalam reservoir bahwa tiap detik sebesar 0,394 mL.

b. Waktu yang dibutuhkan hingga Bak Disinfeksi Kosong

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= \frac{\text{Volume Bak}}{\text{Debit Pembubuhan}} \dots\dots\dots(6) \\ &= \frac{34 \text{ L}}{1,4184 \text{ L/jam}} \\ &= 23,9 \text{ jam} \quad (\text{Juknis PUPR Pt-T-28-2000-C}) \end{aligned}$$

c. Waktu Kontak Air dengan Kaporit

Waktu kontak merupakan variabel terpenting dalam sistem disinfeksi. Kematian mikroba akan bertambah besar sejalan dengan bertambahnya waktu kontak. Karena pembubuhan yang dilakukan dalam kondisi air langsung dialirkan, Oleh karenanya berikut perhitungan waktu kontak yang ada pada jaringan distribusi di penelitian ini

Tabel. 4.4. Tabel Waktu Kontak

Titik 1	Titik 2	Jarak (m)	Kecepatan (m/s)	Waktu Kontak (menit)
Nogotirto	Terdekat	356	0.88	6.74
Terdekat	Tengah	355	0.44	13.45
Tengah	Terjauh	351	0.3	19.5
Total Waktu				39.69

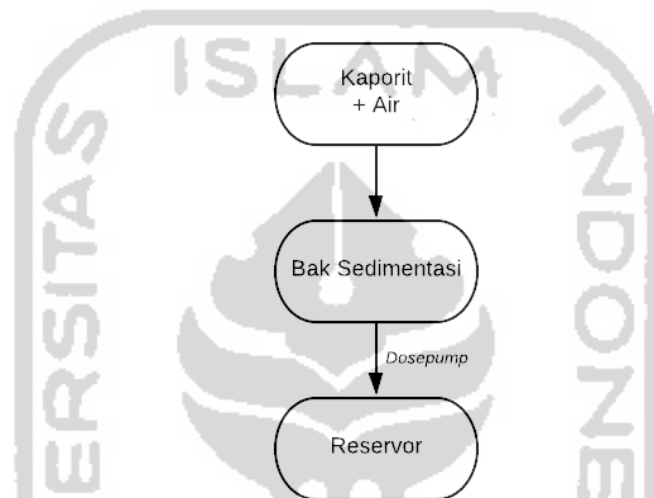
Sumber :Peritungan Peneliti (Lampiran Perhitungan)

Oleh karenanya apabila diperpanjang alirannya maka waktu kontaknya ikut naik, klorin yang secara kontinyu diinjeksikan berfungsi untuk menjaga kualitas air, namun karena air telah berada didalam pipa banyak faktor yang memengaruhi hilangnya klorin dalam jaringan. Sehingga kualitas air tidak terjaga dan bisa memicu kemunculan bakteri salah satunya bakteri total *coliform*.

4.3.2. Prosedur Pembubuhan Kaporit di Unit Nogotirto

Pembubuhan kaporit pada unit Nogotirto dilakukan setiap hari oleh operator unit. Selain melakukan pembubuhan, operator bertugas mengawasi dan memastikan, bahwa air tersedia 24 jam untuk pelanggan. Pembubuhan kaporit dilakukan dengan cara injeksi kaporit kedalam reservoir yang sudah berisi air bersih.

Prosedur pembubuhan yang dilakukan yaitu kaporit yang telah bercampur dengan air, dikumpulkan didalam bak disinfeksi, dan kemudian dialirkan ke reservoir menggunakan pipa yang dipasang katup, katup ini digunakan untuk pengganti *dose pump* hal ini berfungsi mengontrol aliran kaporit menuju bak reservoir. Berikut merupakan skema pembubuhan kaporit:



Gambar 4.6 Skema Pembubuhan Klorin

Penggunaan harian kaporit di unit Nogotirto ini berkisar 1 – 1,5 kg/hari, hal ini disesuaikan dengan dosis kebutuhan kaporit pada unit Nogotirto, reservoir yang digunakan oleh unit Nogotirto yaitu *Ground reservoir* berjumlah 2 buah, keduanya memiliki kapasitas 50 m³.

Prosedur pembubuhan yang dilakukan secara garis besar sudah sesuai dengan peraturan menteri PUPR Nomor 26/PRT/M/2014 Tentang Prosedur Operasional Standar Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum.

4.3.3. Pengaruh Konsentrasi Klorin dengan Jarak

Untuk mempertahankan kualitas air maka dilakukan berbagai pemantauan air mium, baik dalam pengolahan dan terutama dalam sistem distribusinya, salah satu parameter yang penting untuk diperhatikan adalah klorin konsentrasi yang aman sesuai menurut PERMENKES 736 tahun 2010 adalah klorin dalam pipa distribusi berkisar antara 0,2 – 1 mg/L

Setelah dilakukan pengamatan secara lapangan terkait penentuan dan penurunan klorin pada sistem distribusi. Hasil pengamatan ini merupakan konsentrasi setiap lokasi titik sampling. Berikut merupakan data rata-rata konsentrasi klorin:

Tabel. 4.5. Data Rata-Rata Konsentrasi Sisa Klorin

No	Lokasi	Konsentrasi			Rata-rata keseluruhan
		Pagi	Siang	Sore	
1	Nogotirto	1.31	1.19	1.32	1.27
2	Terdekat	1.00	0.90	0.93	0.95
3	Tengah	0.87	0.71	0.68	0.75
4	Terjauh	0.84	0.70	0.66	0.73

Sumber : Data Lapangan Peneliti

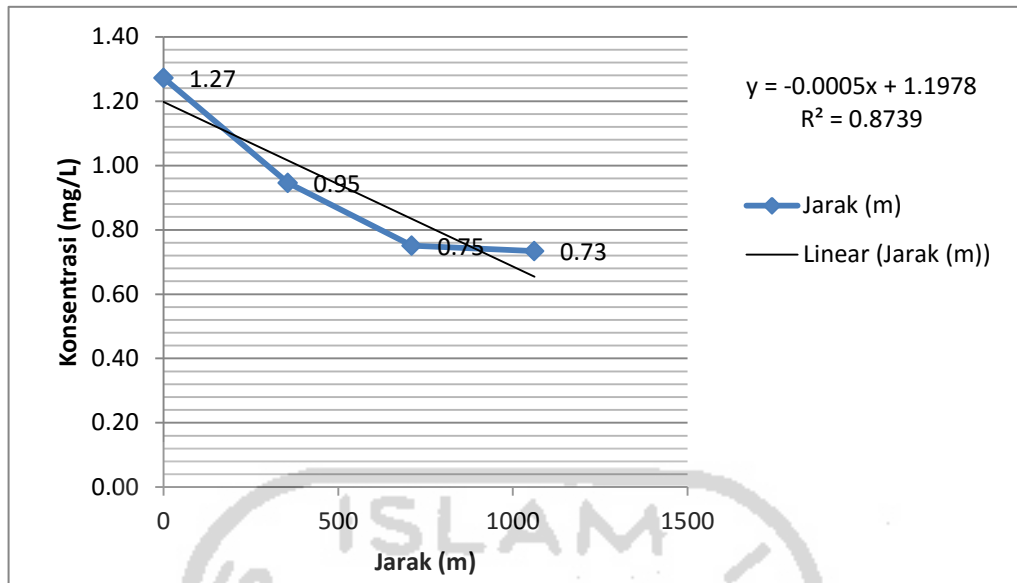
Berbagai faktor dapat mempengaruhi konsentrasi klorin dalam jaringan distribusi, salah satunya adalah jarak. Penting untuk mengetahui hubungan antara jarak dengan konsentrasi klorin, hal ini dapat dilihat melalui nilai korelasi antara konsentrasi klorin dengan jarak pada tiap titik sampel. Berikut adalah tabel jarak dan konsentrasi tiap titik sampel:

Tabel. 4.6. Data Nilai Konsentrasi dan Jarak

No	Lokasi	Konsentrasi (mg/L)	Jarak (m)
1	Nogotirto	1.27	0
2	Terdekat	0.95	356
3	Tengah	0.75	711
4	Terjauh	0.73	1062

Sumber : Data Lapangan Peneliti

Pada data pada tabel 4.6 dapat dilihat terjadi penurunan konsentrasi yang terjadi di setiap titik sampling, seperti pada titik nogotirto (titik awal) yang memiliki konsentrasi sebesar 1,26 mg/L dan kemudian diamati lagi pada konsumen terdekat dengan jarak 356 m dari IPA konsentrasi klorin sudah turun menjadi 0,95 mg/L, dilanjutkan pada konsumen tengah jarak 711 m dari IPA konsentrasinya turun lagi menjadi 0,75 mg/L dan pada konsumen terjauh yaitu pada jarak 1062 m memiliki konsentrasi sebesar 0,73 mg/L. oleh karena terjadi penurunan-penurunan konsentrasi tersebut kemudian disajikan dalam bentuk kurva dan dicari nilai korelasinya (R^2), berikut merupakan gambar 4.7 guna menunjukkan nilai korelasi antara jarak dengan konsentrasi klorin:



Gambar 4.7. Perbandingan Konsentrasi dan Jarak

Dari kurva diatas dapat dilihat ada keterikatan antara jarak dan kosentrasi klorin, karena nilai kolerasi (R^2) yang dimiliki kuat yaitu sebesar 0,8739 (nilai korelasi kuat apabila bernilai 1, atau semakin mendekati 1) dengan ini pernyataan semakin jauh jarak pelanggan dengan unit instalasi PDAM maka, semakin menurun konsentrasi klorinnya, penurunan konsentrasi dapat dipengaruhi oleh berbagai hal, diantaranya *Bulk Reaction*, *Pipe wall reaction* dan umur air didalam pipa.

Umur air dalam pipa dapat dipengaruhi oleh jarak dan kecepatan aliran, semakin jauh jarak pendistribusiannya maka pipa yang digunakan semakin panjang, hal ini dapat menaikkan waktu tinggal air dalam pipa. Waktu tinggal yang terlalu lama dapat menurunkan konsentrasi klorindalam pipa, terlihat pada data di titik awal Nogotirto memiliki konsentrasi sebesar 1,26 mg/L, sedangkan pada titik terjauh yang berjarak 1062 m konsentrasinya menurun menjadi 0,73 mg/L., oleh karena umur air dalam pipa tersebut, maka semakin jauh jarak (panjang pipa) waktu tinggal air dalam pipanya akan meningkat dan menyebabkann penurunan konsentrasi sisa klorin.

Penurunan konsnetrasi klorinlainnya adalah reaksi dengan komponen – komponen yang terlarut di dalam air. Hal ini dapat terjadi akibat masuknya komponen organik maupun mikroorganisme ke dalam pipa karena adanya kebocoran pipa (*Bulk reaction*) dan dapat dikarenakan terjadi reaksi dengan dinding pipa dapat disebabkan karena adanya lapisan biologis/biofilm atau karena terjadinya korosi pada pipa,hal ini bergantung pada material dan kekasaran pipa (*pipe wall reaction*)

Jenis pipa yang digunakan dalam jaringan distribusi air minum di unit Nogotirto adalah pipa GI (*Galvanis Iron*) dan PVC (*Polyvinyl Chloride*). Pipa GI terbuat dari besi sehingga mudah terkorosi, sedangkan pipa PVC terbuat dari bahan plastik. Oleh karena itu, klorindan pH yang terlalu tinggi dalam jaringan pipa dapat menyebabkan terjadinya korosi pada pipa.

4.3.4. Pengaruh Konsentrasi Klorin dengan Tekanan

Selain jarak yang dapat memengaruhi penurunan konsentrasi sisa klorin, tekanan air pelanggan juga diperhatikan dalam penelitian ini, seperti yang disebutkan pada tabel 4.2 tentang rata-rata tekanan air pelanggan, kemudian dilakukan perbandingan dengan nilai konsentrasi pada setiap titik pengamatan berdasarkan jarak dengan data tekanan air, hal ini dirangkum pada tabel dibawah ini

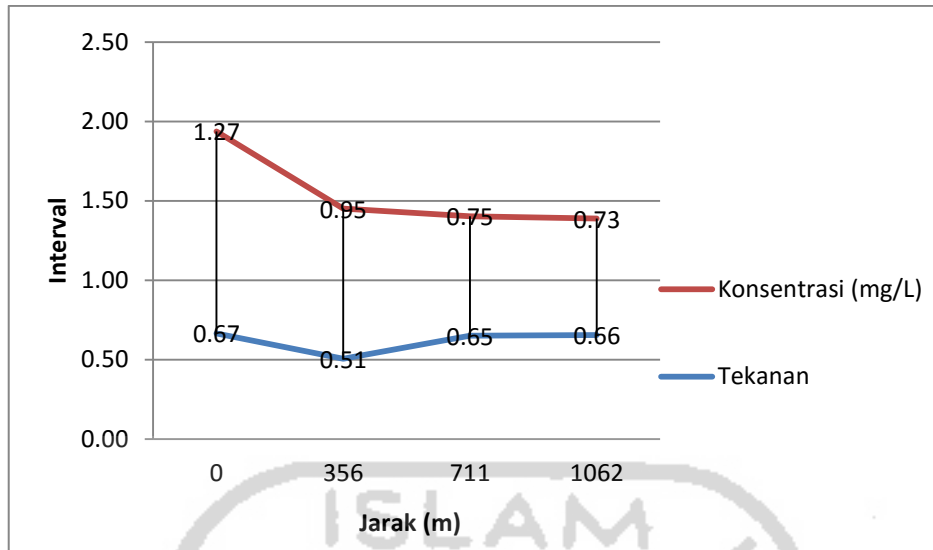
Tabel. 4.7. Data Nilai Konsentrasi dengan Tekanan, Elevasi, Jarak

No	Lokasi	Tekanan (kg/cm ²)	Konsentrasi (mg/L)	Jarak (m)	Elevasi (m)
1	Nogotirto	0.67	1.27	0	152
2	Terdekat	0.51	0.95	356	151
3	Tengah	0.65	0.75	711	148
4	Terjauh	0.66	0.73	1062	142

Sumber : Data Lapangan Peneliti dan Data Elevasi PDAM

Dari tabel diatas data tekanan yang diperoleh saat dilapangan cukup fluktuatif dan kurang dari 0,7 kg/cm², terutama pada titik sampel kedua yang letaknya terdekat dari unit instalasi, apabila dilihat dari data yang diperoleh, ketika mengalami perbedaan tekanan yang signifikan maka terjadi pula penurunan konsentrasi sisa klorin, dapat dilihat pada tabel 4.6 terjadi penurunan sekitar 0,2 mg/L antara titik nogotirto yang semulanya 1,27 mg/L dengan konsumen di titik terdekat dengan unit insatasi menjadi 0,95 mg/L. Salah satu yang memengaruhi tekanan adalah elevasi, titik tertinggi adalah titik nogotirto memiliki elevasi 152 m dan elevasi ini terus menurun hingga titik terakhir menjadi 142 m, ini menandakan bahwa perbedaan tinggi mencapai 10 m dengan selisih jarak sebesar 1062 m, pipa yang dipasang miring sesuai dengan elevasi dapat membantu untuk mengalirkan air yang ada didalamnya, oleh karena itu elevasi memengaruhi kecepatan aliran dan tekanan dalam pipa, kecepatan aliran inilah yang dapat memengaruhi konsentrasi sisa klorin.

Agar memudahkan untuk membandingkan dan melihat adanya pengaruh antara tekanan, konsentrasi berdasarkan jarak, data pada tabel 4.7 kemudian disajikan kedalam bentuk kurva, berikut merupakan kurva perbandingannya



Gambar 4.8. Perbandingan Tekanan, Kosentrasi dengan Jarak

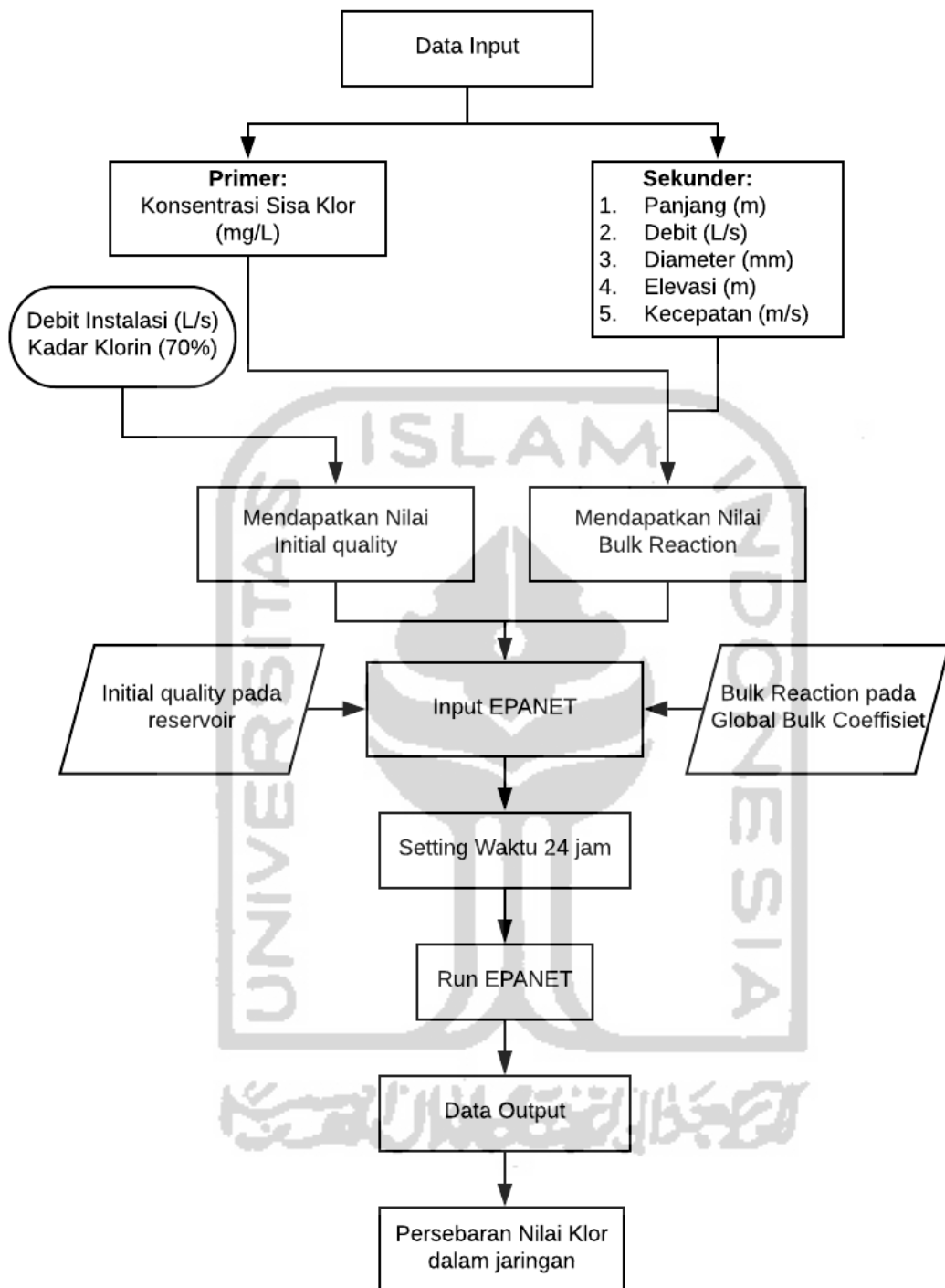
Dapat dilihat dari kurva tersebut, pada titik nogotirto memiliki tekanan air awal $0,67 \text{ kg/cm}^2$ dengan nilai konsentrasi sebesar $1,27 \text{ mg/L}$, hal ini juga mengalami penurunan pada titik kedua yaitu tekanannya menjadi $0,51 \text{ kg/cm}^2$, nilai konsentrasinya pun menurun menjadi $0,95 \text{ mg/L}$, begitupun pada titik ketiga ini, walaupun tekanannya naik menjadi $0,65 \text{ kg/cm}^2$ dengan nilai konsentrasinya turun menjadi $0,75 \text{ mg/L}$, Namun pola sedikit berbeda ditemui pada titik keempat perbedaan tekanannya tidak terlalu mencolok naik sedikit menjadi $0,66 \text{ kg/cm}^2$, walaupun begitu konsentrasinya tetap mengalami penurunan namun tidak signifikan turun menjadi $0,73 \text{ mg/L}$.

Hal ini, dapat dikarenakan adanya pengaruh tekanan air pada kecepatan aliran dalam pipa. Saat tekanan kecil maka kecepatan aliran akan lambat dan dapat memengaruhi umur air didalam pipa. Selain itu, perbedaan tekanan yang terjadi dapat disebabkan oleh beberapa hal, seperti kebocoran pipa pelanggan maupun adanya sambungan pipa yang tidak terpasang dengan benar, ini pun dapat memengaruhi kualitas air didalamnya, hal tersebut sedikit menunjukkan bahwa semakin besar perbedaan nilai tekanan air dari satu titik ketitik lainnya, maka dapat memengaruhi berkurangnya konsentrasi klorinnya.

Namun berdasarkan konsentrasi klorinyang diperoleh secara data lapangan dapat dikatakan bahwa konsentrasi klorin dalam jaringan ini sesuai kriteria kadar maksimal klorin dalam jaringan yaitu sebesar $0,2 \text{ mg/L} - 1 \text{ mg/L}$ pada Peraturan Menteri Kesehatan No.736 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Air Minum.

4.3.5. Prosedur Analisis EPANET dan Perhitungan Dosis

Setelah diketahui hubungan antara jarak, tekanan dan klorin, untuk dapat melakukan pemodelan dengan *software* EPANET maka diperlukan untuk menghitung koefisien penurunannya terlebih dahulu. Namun sebelumnya perlu diketahui tahapan data input hingga output nya, seperti skema 4.9 berikut:



Gambar 4.9. Tahapan EPANET 2.0

Setelah dilengkapi dengan data pendukung sekunder yang berasal dari data PDAM seperti diameter pipa, debit dan kecepatan aliran dalam pipa guna memdahkan dalam menghitung koefisien penurunan konsentrasi klorin dalam jaringan distribusi. Dibawah ini merupakan keterangan lanjutan data penurunan klorin pada setiap titik:

Tabel. 4.8. Data Penurunan klorin untuk *Bulk Reacion*

No	Lokasi		Konsentrasi Klorin		Panjang Pipa (m)	Diameter Pipa (mm)	Debit (m ³ /s)	Kecepatan (m/s)
	Titik 1	Titik 2	Titik 1	Titik 2				
1	Nogotirto	Terdekat	1.27	0.95	356	150	0.016	0.88
2	Terdekat	Tengah	0.95	0.75	355	40	0.005	0.44
3	Tengah	Terjauh	0.75	0.73	351	30	0.0004	0.3

Sumber : Data Lapangan Peneliti dan Data PDAM

Kemudian data pada tabel 4.8 yang telah didapat, digunakan untuk perhitungan koefisien penurunan klorin (*Bulk reaction*) menggunakan rumus (1) yang hasilnya dimasukkan ke dalam EPANET. Oleh karena itu, dibawah ini merupakan hasil perhitungan berdasarkan jarak, dan koefisien rata-ratanya:

Tabel. 4.9. Perhitungan Koefisien Penurunan Klorin (*Bulk Reacion*)

No	Terdekat	Tengah	Terjauh	Rata-rata
Ce	0.95	0.75	0.73	
C0	1.27	0.95	0.75	
L	356	355	351	-0.00088
V	0.88	0.44	0.30	
K	-0.00095	-0.001477	-0.0002173	

Sumber : Perhitungan Peneliti

Dari tabel 4.9 diperoleh koefisien penurunan yang diambil ialah koefisien rata-rata berdasarkan jarak penyebaran sisa klorin, yang memiliki nilai sebesar -0,00088 nilai inilah yang dimasukkan kedalam *software* EPANET untuk mengetahui nilai persebaran Sisa Klorin.

Setelah mendapatkan nilai dari koefisien penurunan, maka dilanjutkan perhitungan terkait dengan *initial Quality* atau konsentrasi yang terus menerus diinjeksikan, merupakan salah satu data yang harus dilengkapi ketika melakukan pemodelan menggunakan EPANET ini, berdasarkan Petunjuk Teknis PUPR 28 tahun 2000 tentang Tata Cara Pembubuhan pada Unit IPA. Didalamnya terdapat rumus untuk menghitung kebutuhan kaporit dan dosis klorin yang dibutuhkan.

Pada unit Nogotirto memiliki kapasitas instalasi pengolahan air dengan debit sebesar 10 L/s, dan kebutuhan kaporit hariannya paling tinggi adalah 1,5 kg/hari, pada perhitungan kali ini kadar Cl₂ dalam kaporit adalah 70% maka dengan data yang tertera setelah diolah menggunakan rumus (3) diperoleh, dosis pembubuhannya sebesar 1,21 mg/L pada tiap harinya. Oleh karena itu, nilai inilah yang dimasukkan kedalam EPANET di reservoir sebagai *initial quality*. (Lampiran Perhitungan)

4.3.6. Hasil Pemodelan Penurunan Klorin dengan EPANET

Dalam melakukan pemodelan menggunakan program EPANET koefisien penurunan klorin yang dimasukkan yaitu nilai *Global Bulk Coefficient* $k = -0,00088$, dan *initial quality* sebesar 1,21 mg/L, namun masih banyak data pendukung lainnya yang dimasukkan dalam pemodelan salah satunya elevasi yang disesuaikan dengan peta Q-GIS.

Setelah semua data yang diperlukan diinput, maka EPANET sudah siap *run*, berikut data dan gambar yang diperoleh setelah proses *run* seperti pada gambar dibawah:





Gambar 4.10. Peta EPANET sesudah di run

Konsentrasi klorin atau parameter *chlorine* pada peta jaringan distribusi EPANET diatas dari titik terdekat hingga terjauh berwarna merah, hal itu memiliki arti bahwa kisaran konsentrasi di jaringan pipa distribusi tersebut diatas 1 mg/L, ini sedikit melebihi baku mutu dengan maksimal 1 mg/L. Program EPANET mampu memodelkan konsentrasi klorin bebasnya pada tiap pipa ataupun *junction* disetiap jam sesuai dengan pengaturan waktunya di *option – time*, dibawah ini merupakan penurunan konsentrasi Klorin pada pipa 4 yang letaknya terjauh dari unit instalasi:

Time Hours	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor	Reaction Rate mg/L/d	chlorine mg/L	Status
12:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
13:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
14:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
15:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
16:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
17:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
18:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
19:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
20:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
21:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
22:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
23:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
24:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open

Gambar 4.11 Hasil Proses *run* EPANET 1

Time Hours	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor	Reaction Rate mg/L/d	chlorine mg/L	Status
0:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	0.00	Open
1:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.07	Open
2:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
3:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
4:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
5:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
6:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
7:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
8:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
9:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
10:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
11:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open
12:00	0.20	0.16	1.03	0.032	0.00	1.21	Open

Gambar 4.12 Hasil Proses *run* EPANET 2

Pada penelitian ini, waktu yang digunakan untuk pemodelan adalah 24 jam, hal ini dapat diatur pada *option – time* pada tabel di sebelah kanan tampilan EPANET, dapat dilihat pada gambar hasil proses *run* di EPANET, hanya terjadi sekali penurunan klorin yang signifikan pada titik terjauh ini yaitu pada konsentrasi 1,27 mg/L menjadi 1,07 mg/L sekitar 16% di jam 00.00 WIB.

Dengan melihat hasil pemodelan menggunakan EPANET 2.0 dan membandingkan hasil data di lapangan terdapat perbedaan yang terlihat bahwa konsentrasi pada jaringan terjauh di EPANET 2.0 belum mengalami penurunan pada sore hari yaitu sebesar 1,21 mg/L, sedangkan pada data lapangan peneliti pada jarak terjauh diperoleh konsentrasi sebesar 0,73 mg/L atau sudah menurun 42% dari titik awal Nogotirto. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor yang tidak dimasukkan dalam melakukan pemodelan, seperti spesifik umur pipa, keadaan pipa dan faktor kebocoran yang terjadi dilapangan.

4.4 Jumlah Total *Coliform* Pada Daerah Penelitian

Seperti yang telah dipaparkan diatas, banyak hal yang dapat memengaruhi konsentrasi klorin dalam jaringan sehingga menyebabkan munculnya *coliform* dalam air, terutama pengaruh dosis pembubuhan, dan penurunan klorin berdasarkan reaksi kebocoran yang terjadi dengan pipa, umur pipa, bahkan umur air.

Penggunaan kaporit yang memiliki rumus kimia $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ kebanyakan dipilih sebagai desinfektan pada instalasi pengolahan air bersih karena klorin efektif sebagai pembunuh mikroorganisme patogen dan memiliki harga yang terjangkau, sehingga penggunaan kaporit sebagai desinfektan juga diatur dalam Juknis PUPR Pt-T-28-2000-C Tentang Tata Cara Pembubuhan Kaporit Pada Unit IPA.

Kaporit ketika dilarutkan kedalam air akan berubah menjadi asam hipoklorit (HOCl) dan ion hipoklorit (OCl^-) yang memiliki sifat reaktif terhadap komponen sel bakteri. Menurut Rosyidi (2010), residu klor aktif yang dideteksi melalui titrasi iodometri adalah klorin bebas (HOCl dan OCl^-). Oleh karena itu, setelah dilakukan pengamatan secara lapangan terkait penentuan dan penurunan klorin pada sistem distribusi, kemudian juga dilakukan pengujian total *coliform* untuk menjaga kualitas dari air yang diterima pelanggan aman secara mikrobiologi, dengan mengacu pada PERMENKES 492 tahun 2010 yang menyebutkan batas maksimal Total *Coliform* dalam air minum bernilai 0 (nol).

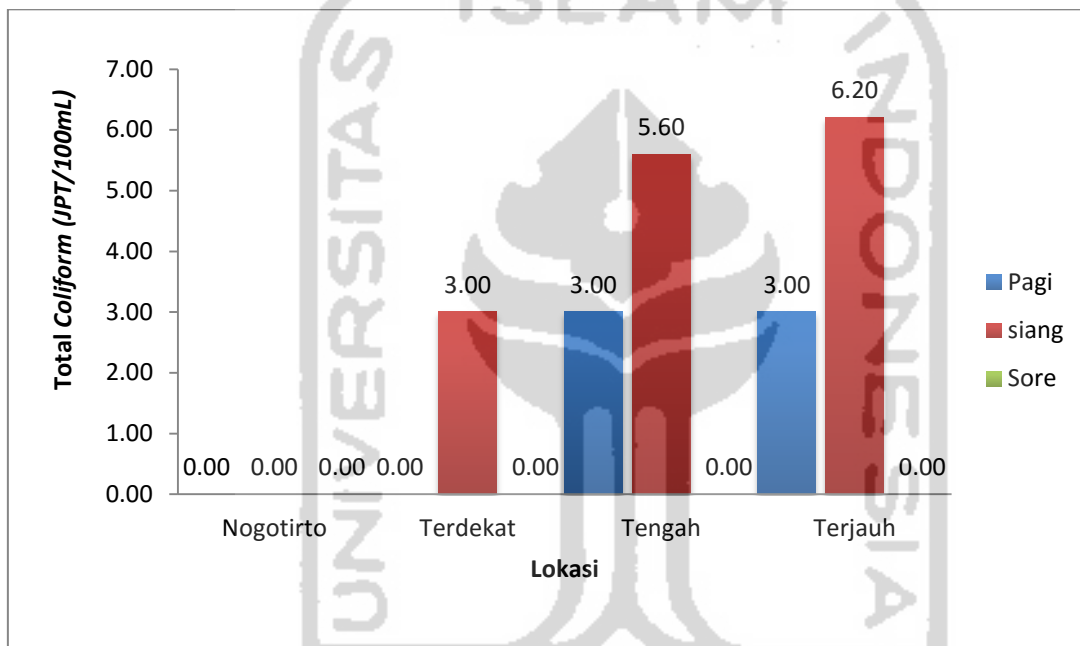
Berbeda dengan sisa klorin, pengamatan yang dilakukan ini hanya satu hari saja yaitu pada tanggal 20 Februari 2020, dengan pelaksanaan pengambilan air pada 4 titik sampel di pagi, siang, dan sore, dengan total jumlah sampel sebanyak 12 buah yang langsung diuji Total *Coliform*nya. Pembubuhan yang dilakukan oleh unit Nogotirto adalah sekali sehari pada siang hari sekitar pukul 14.00 – 15.00 WIB, Berikut merupakan data Total *coliform* yang didapat:

Tabel. 4.10. Data Berdasarkan Waktu Total Coliform

No	Lokasi	Total Coliform (JPT/100mL)			Rata-rata keseluruhan
		Pagi	Siang	Sore	
1	Nogotirto	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Terdekat	0.00	3.00	0.00	1.00
3	Tengah	3.00	5.60	0.00	2.87
4	Terjauh	3.00	6.20	0.00	3.07

Sumber: Data Pengamatan Peneliti

Berdasarkan tabel 4.10, apabila disajikan dalam bentuk grafik untuk memudahkan dalam melihatnya adalah sebagai berikut :



Gambar 4.13 Rata-Rata Waktu Total Coliform

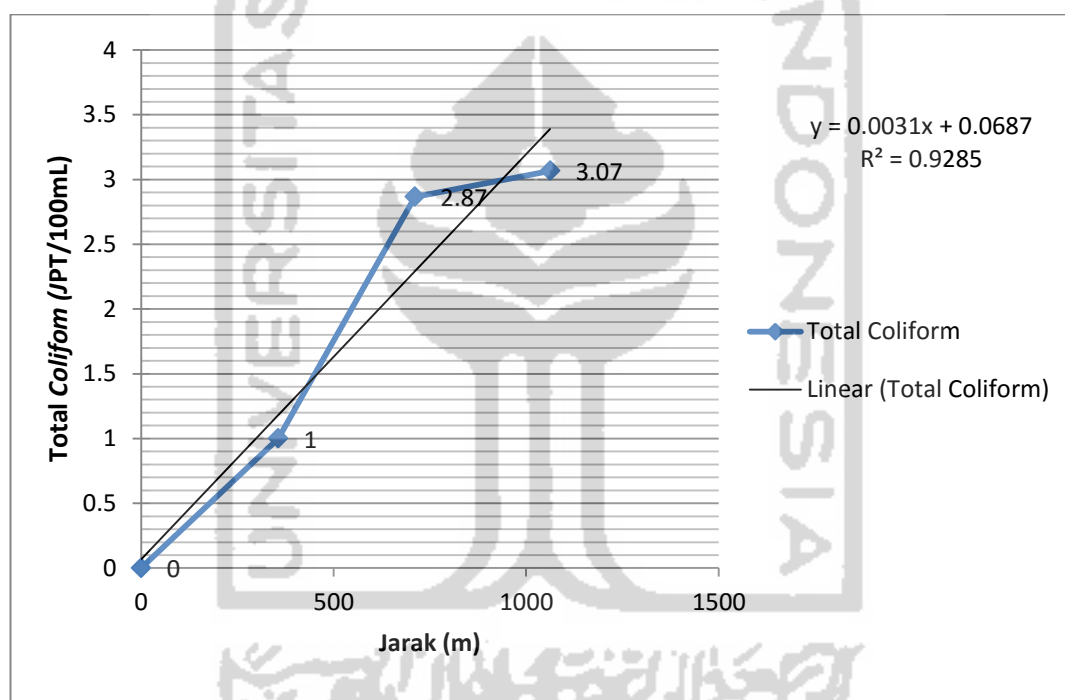
Walaupun pada reservoir dan jaringan distribusi konsentrasi yang dimiliki oleh nit Nogotirto telah sesuai dengan regulasi yang berlaku, namun secara mikrobiologis masih ditemukan munculnya bakteri total *coliform*. seperti data dan grafik diatas hanya terjadi peningkatan jumlah total *coliform* pada pagi yang semulanya 0 JPT/100mL menjadi 3 JPT/100mL, 5.6 JPT/100mL, dan tertinggi 6,2 JPT/100mL pada siang hari, namun turun lagi menjadi 0 pada sore hari. hal ini di karenakan proses penambahan klorin biasanya dilakukan siang hari setelah proses produksi oleh operator, sehingga sedikit banyak memengaruhi kualitas air pelanggan salah satunya adalah total *coliform*. Berikut merupakan tabel perbandingan antara Total *coliform* dan jarak:

Tabel. 4.11. Data Perbandingan Total Coliform

No	Lokasi	Total Coliform	Jarak (m)	Konsentrasi Klorin (mg/L)
1	Nogotirto	0.00	0	1.27
2	Terdekat	1.00	356	0.95
3	Tengah	2.87	711	0.75
4	Terjauh	3.07	1062	0.73

Sumber: Data Pengamatan Peneliti

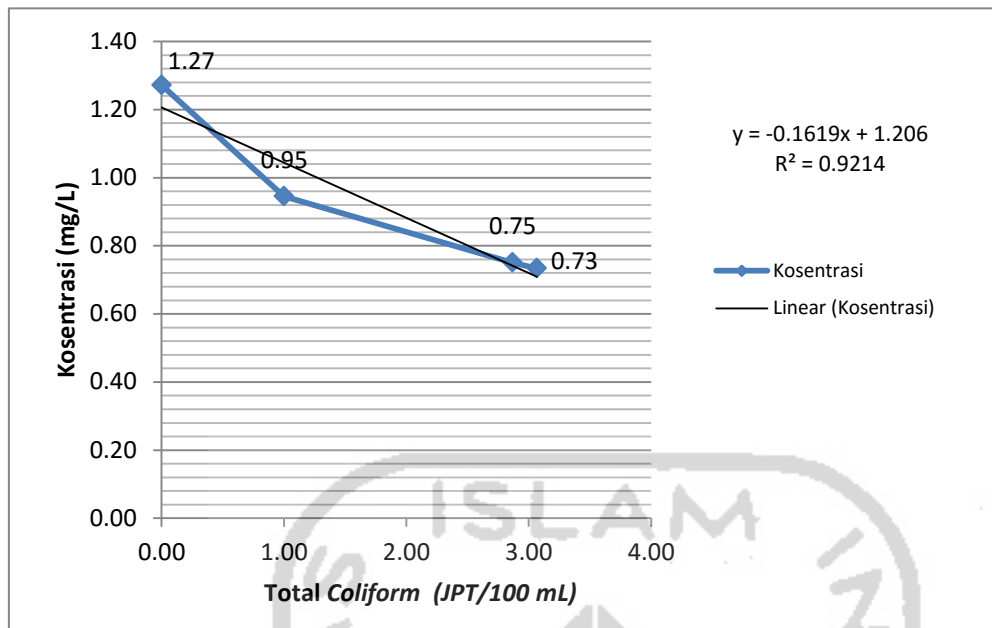
Berdasarkan data rata-rata waktu total *coliform* tabel 4.11 kemudian dibuatlah kurva ntuk memudahkan dalam mengamati korelasinya dan dapat dilihat (R^2), berikut adalah gambar kurvanya:



Gambar 4.14 Perbandingan Jarak dan Total Coliform

Dari kurva diatas dapat dilihat ada keterikatan antara jarak dan Total Coliform, karena nilai kolerasi (R^2) yang dimiliki kuat yaitu sebesar 0,9285 (nilai korelasi kuat apabila bernilai 1, atau semakin mendekati 1) titik terakhir (terjauh dari instalasi) merupakan titik tertinggi adanya bakteri total *coliform* dengan rata-rata sebesar 3,7 JPT/100mL.

Selain jarak, keberadaan klorin turut diperhatikan dalam memengaruhi total *coliform* yang ada didalam jaringan, Untuk lebih jelasnya berikut merupakan kurva apabila dibandingkan Total *coliform* dengan konsentrasi:



Gambar 4.15 Perbandingan Kosentrasi dan Total *Coliform*

Berdasarkan kurva diatas dapat dilihat ada keterikatan antara konsentrasi dan Total *Coliform*, karena nilai korelasi (R^2) yang dimiliki kuat yaitu sebesar 0,9214 (nilai korelasi kuat apabila bernilai 1, atau semakin mendekati 1). Salah satu yang terlihat adalah peningkatan Total *coliform* seiring dengan berkurangnya konsentrasi sisa klorin, semulanya konsentrasi 1,27 mg/L menjadi 0,95 mg/L, rueun lag 0,75 mg/L hingga pada titik terakhir 0,73 mg/L, memiliki total *coliform* yang naik dari 0 JPT/100mL menjadi 1 JPT/100mL, naik lagi menjadi 2.87 JPT/100mL, dan pada titik terakhir 3.7 JPT/100mL .

Setiap terjadi penurunan konsentrasi klorin maka, akan muncul bakteri total *coliform*, ini terjadi dapat dikarenakan pergantian pipa oleh PDAM/pelanggan, kebocoran pipa, dan umur pipa, serta umur air, semakin lama waktu tinggal air didalam pipa maka konsentrasi klorinnya akan berkurang, sehingga dapat memengaruhi kualitas mikrobiologi yang ada. Selain itu, untuk pengambilan sampel total *coliform* ini menggunakan botol yang disterilisasi dengan air hangat, namun tidak menggunakan *autoclave*, Sehingga mungkin dapat memengaruhi kandungan total *coliform* didalam air sampel, walaupun saat mengambilnya ujung botol dan ujung kran telah di panaskan dengan korek api.

Menurut PERMENKES 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum, kadar maksimum total *coliform* yang diperbolehkan adalah 0 JPT/100mL sampel, sedang beberapa titik blm didapatkan nilai tersebut.

4.5. Identifikasi Masalah dan Rekomendasi

Dalam bagian ini penulis memaparkan permasalahan yang ditemukan dari hasil evaluasi:

Tabel. 4.12. Identifikasi Masalah dan Rekomendasi

Kondisi	Potensi Masalah	Regulasi	Rekomendasi
Munculnya bakteri Total <i>Coliform</i> pada jaringan	<ol style="list-style-type: none"> Konsentrasi klorin masih cukup tinggi dalam jaringan, namun masih ditemukan bakteri. Petugas menentukan dosis berdasarkan intrumen paket air. Pergantian <i>Dosepump</i> yang sering tersumbat menjadi kran Kebocoran Pipa 	<p>PERMENKES 736 2010</p> <p>Petunjuk Teknis PUPR Pt-T-28-2000-C</p> <p>PUPR Nomor 26/PRT/M/2014</p> <p>PERMENKES 492 2010</p>	<p>1. Pengecekan kembali titik DPC/BPC dengan regulasi yang berlaku..... (1,2)</p> <p>2. Melakukan <i>flushing</i> secara berkala untuk menghilangkan kerak..... (3)</p> <p>3. Pemantauan umur pipa dan pergantian pipa bocor, untuk mengurangi kebocoran..... (4)</p>
Pergantian <i>Dosepump</i> menjadi kran	<ol style="list-style-type: none"> Debit pembubuhan diatur dengan katup mungkin dapat habis sebelum waktu pembubuhan selanjutnya. Tidak ada kepastian waktu pembubuhan berdasarkan perhitungan 	<p>Petunjuk Teknis PUPR Pt-T-28-2000-C</p>	<p>1. Melakukan hitungan estimasi bak habis dengan acuan regulasi*</p> <p>2. Penyesuaian Alat dengan debit</p>
Tekanan Air Pelanggan	<p>Pompa distribusi berpotensi mengalami kerusakan dan kebocoran pipa</p>	<p>BPPAMSPAM</p>	<p>1. Petugas Pemantau tekanan air memahami regulasi dan</p> <p>2. Manajemen tekanan air diperbaiki</p>

* = dapat dilihat pada subab 4.3.1

Pada tabel 4.12 tentang identifikasi dan potensi masalah yang dapat memengaruhi ketersediaan klorin pada jaringan distribusi pipa terutama pada pelanggan. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di unit Nogotirto permasalahan yang timbul terkait penurunan konsentrasi klorin dapat dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya prosedur pembubuhan yang dilakukan, dan kondisi dilapangan (kehilangan tekanan dan potensi kebocoran pipa) serta faktor-faktor lain yang memengaruhi seperti umur pipa.

Prosedur pembubuhan klorin yang sesuai dan kebutuhan klorin yang tepat menjadi hal yang sangat penting dan harus diperhatikan, karena mempengaruhi secara langsung terhadap konsentrasi awal (dosis klorin), jika dosis yang dibubuhkan kurang dari kebutuhan dapat memengaruhi munculnya bakteri seperti total *coliform* didalam air. Oleh karenanya perlu untuk menjadi perhatian terkait identifikasi potensi masalah yang telah dipaparkan.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan, mengenai evaluasi sistem disinfeksi unit Nogotirto maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kelayakan sistem disinfeksi unit Nogotirto, layak secara prosedur, dan konsentrasi sisa klorin. namun, belum layak pada tekanan air pelanggan dan kualitas air berdasarkan total *coliform*, berikut adalah rinciannya:
 - a. Prosedur pembubuhan Klorin yang dilakukan oleh unit Nogotirto **telah sesuai** dengan PUPR Nomor 26/PRT/M/2014 Tentang Prosedur Operasional Standar Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum.
 - b. Konsentrasi klorin pada air dalam jaringan distribusi **telah sesuai** dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 736/ MENKES 2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum, berkisar antara 0,2 – 1 mg/L.
 - c. Tekanan air pelanggan mendekati atau masih dibawah 0,7 bar atau 0,7 kg/cm², hal ini **belum sesuai** dengan BPPSPAM, pelanggan harus mendapatkan tekanan melebihi 0,7 bar atau 0,7 kg/cm².
 - d. Total *coliform* **belum sesuai** karena masih ada beberapa titik yang melebihi batas maksimum yang harusnya bernilai 0 (nol) Jumlah/100mL sampel Menurut PERMENKES 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum,
2. Jarak dan tekanan dapat memengaruhi penurunan konsentrasi klorin, karena semakin lama umur air (waktu tinggal) air dalam pipa, maka konsentrasi sisa klorinnya akan hilang. Penurunan konsentrasi sisa klorin, dapat menjadi indikasi ada atau munculnya bakteri total *coliform* di dalam pipa jaringan distribusi.
3. Pemodelan menggunakan EPANET bisa dan dapat dilakukan, untuk memudahkan pemantauan serta pengembangan jaringan, pada penelitian ini pemodelan EPANET memiliki perbedaan < 30% dengan data di lapangan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan, peneliti menyarankan bagi pihak yang ingin melanjutkan penelitian ini untuk:

1. Perlu adanya evaluasi unit pengolahan sebelum disinfeksi, seperti filtrasi untuk mendukung kinerja dari unit disinfeksi dalam membunuh bakteri pathogen.
2. Perlu adanya validasi data lebih lanjut dan pemantauan terhadap parameter – parameter yang memengaruhi klorin.
3. Pada penelitian selanjutnya perlu adanya penambahan titik sampel air, berdasarkan variasi waktu ataupun variasi jarak



“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.
- Alaerts, G., dan Sumentri, S., 1987. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Ali. (2010). *Monograf Peran Proses Desinfeksi Dalam Upaya Peningkatan Kualitas Produksi Air Bersih*. Cetakan 1. Surabaya: UPN press.
- Benny Syahputra. 2012. *Analisa Sisa Chlor Pada Jaringan Distribusi Air Minum PDAM Kota Semarang*. Semarang:Prosiding SNST
- BPPSPAM. 2018. *Kinerja PDAM 2018 WILAYAH II*. Jakarta: Kementerian PUPR
- Brooks,A Matthew. 1999. *Breakpoint Chlorination as an Alternate Means of Ammonia-Nitrogen Removal at a Water Reclamation Plant*. *Environmental Sciences and Engineering*. Northern Virginia Center. Virginia
- Burhan, Rosyidi. 2010. *Pengaruh Breakpoint Chlorination (BPC) Terhadap Jumlah Bakteri Koliform Dari Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Sidoarjo*. Surabaya. ITS
- Clesceri, L.S., Greenberg, A.E., Eaton, A.D, 1998. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association. Washington DC.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2000. *Kriteria Perencanaan Air Bersih*. Jakarta (ID): Direktorat Pengembangan Air Minum, Dirjen Cipta Karya.
- Faudi, Azhar. 2012. *Pengaruh Residual Klorin Terhadap Kualitas Mikrobiologi Pada Jaringan Distribusi Air Bersih (studi kasus: Jaringan distribusi air bersih IPA Cilandak)*. Skripsi.Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan.Universitas Indonesia.
- Harley. 2002. *Laboratory Exercises in Microbiology 5th edition*. The Mc Graw-Hill. New York.
- Kodotie RJ, Sjarief R. 2005. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta (ID): Andi.
- .Lestari, D.E., Utomo, S.B., Sunarko, Virkyanov, 2008. *Pengaruh Penambahan Biosida Pengoksidasi Terhadap Kandungan Klorin untuk Pengendalian Pertumbuhan Mikroorganisme pada Air Pendingin Sekunder RSG-GAS.Pusat Reaktor Serba Guna-BATAN*. Kawasan Puspitek Serpong. Tangerang. Banten
- Lewis A. Rossman, 2000 *Water Supply and Water Resources Division National Risk Management Research Laboratory Cincinnati, OH 45268 "EPANET User Manual"* EKAMITRA Engineering, United States
- Mara, D., dan Horan, N., 2003. *Handbook of Water and Wastewater Microbiology*. School of Civil Engineering, University of Leeds, UK.
- Nurdjanah, S., dan Moesriati, A., 2005 *Optimalisasi Pembubuhan Gas Klorin di Instalasi Penjernih Ngagel II PDAM Kota Surabayaa*. Surabaya.

- Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi. Institut Teknologi Sepuluh Septeber.
- Palupi Widyastuti. 2011. *Pedoman Mutu Air Minum*. Jakarta. EGC
- Prayoga Wiguna, Jecky Asmura, & David Andrio. 2016. *Evaluasi Sistem Distribusi Air Bersih Menggunakan Epanet 2.0 (Studi Kasus: PDAM Tirta Dharma Cabang Bengkalis*. Pekanbaru. Jom FTEKNIK
- Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/ MENKES/ PER/ IV/ 2010 tentang persyaratan kualitas air minum.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 736/ MENKES 2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum
- PUPR Nomor 26/PRT/M/2014 Tentang Prosedur Operasional Standar Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum
- Petunjuk Teknis PUPR Pt-T-28-2000-C Tentang Tata Cara Pembubuhan Kaporit Pada Unit IPA
- Rosyidi, M.B., 2010 *Pengaruh Break Poin Chlorination (BPC) terhadap Jumlah Bakteri Koliform dari Limbah Cair Rumah Sakit Umum Sidoarjo*, Institut Teknologi Surabaya, Surabaya
- Santika, S.S., Alaerts, G. 1984 . *Metoda Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya
- Sofia, Elma. 2015. *Evaluasi keberadaan klor bebas di jaringan distribusi IPA Sungai Lulut PDAM Banjarmasin*, Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat. Kalimantan Selatan, Banjarbaru.
- Spellman, F.R., 2003. *Handbook of : Water and Wastewater Treatment Plant Operations*. Lewis Publishers. A CRC Press Company: New York. Washington, D.C.
- Suprihatin, Soparnao, Ono. 2016. *Teknologi Proses Pengolahan Air*, Bogor: IPB Pess
- Sumantri, Arif. 2010. *Kesehatan Lingkungan Dan Perspektif Islam*. Jakarta: Kencana.
- Widjianti, Ni Luh Putu M., dan Ristiati Ni Putu. 2004. *Analisis Kualitatif Bakteri Koliform Pada Depo Air Minum Isi Ulang Di Kota Singaraja Bali* Jurnal Ekologi Kesehatan Vol 3 No 1 : 64 – 73.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengamatan Keseluruhan Volume Titrasi

No	Lokasi	Selasa, 18 Februari 2020			Rabu, 19 Februari 2020			Kamis, 20 Februari 2020		
		Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
1	Nogotirto	0.32	0.32	0.32	0.35	0.3	0.32	0.34	0.27	0.34
2	Terdekat	0.28	0.29	0.27	0.33	0.2	0.27	0.28	0.27	0.29
3	Tengah	0.27	0.28	0.24	0.29	0.18	0.22	0.2	0.18	0.28
4	Terjauh	0.27	0.24	0.22	0.24	0.17	0.15	0.24	0.24	0.3
No	Lokasi	Jumat, 21 Februari 2020			Sabtu, 22 Februari 2020					
		Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore			
1	Nogotirto	0.26	0.3	0.32	0.32	0.32	0.32			
2	Terdekat	0.26	0.28	0.2	0.22	0.24	0.28			
3	Tengah	0.24	0.27	0.18	0.26	0.28	0.26			
4	Terjauh	0.236	0.27	0.25	0.25	0.26	0.22			
No	Lokasi	Minggu, 23 Februari 2020			Senin, 24 Februari 2020					
		Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore			
1	Nogotirto	0.32	0.27	0.26	0.32	0.32	0.36			
2	Terdekat	0.26	0.28	0.26	0.27	0.24	0.26			
3	Tengah	0.2	0.22	0.2	0.3	0.18	0.18			
4	Terjauh	0.24	0.22	0.18	0.26	0.18	0.22			

Lampiran 2 Data Pengamatan Keseluruhan Tekanan

No	Lokasi	Selasa, 18 Februari 2020			Rabu, 19 Februari 2020			Kamis, 20 Februari 2020		
		Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
1	Nogotirto	0.68	0.66	0.66	0.68	0.68	0.68	0.66	0.62	0.68
2	Terdekat	0.48	0.42	0.54	0.56	0.56	0.58	0.64	0.52	0.68
3	Tengah	0.66	0.66	0.68	0.64	0.68	0.68	0.64	0.66	0.64
4	Terjauh	0.68	0.68	0.66	0.66	0.64	0.64	0.62	0.62	0.62
No	Lokasi	Jumat, 21 Februari 2020			Sabtu, 22 Februari 2020					
		Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore			
1	Nogotirto	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.66			
2	Terdekat	0.58	0.46	0.48	0.46	0.44	0.44			
3	Tengah	0.66	0.64	0.64	0.66	0.64	0.66			
4	Terjauh	0.64	0.66	0.68	0.68	0.66	0.64			
No	Lokasi	Minggu, 23 Februari 2020			Senin, 24 Februari 2020					
		Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore			
1	Nogotirto	0.64	0.66	0.68	0.64	0.64	0.66			
2	Terdekat	0.46	0.46	0.46	0.48	0.48	0.44			
3	Tengah	0.64	0.64	0.66	0.66	0.64	0.62			
4	Terjauh	0.64	0.66	0.66	0.68	0.66	0.68			

Lampiran 3 Data PDAM Kualitas Air Baku

DATA HASIL PEMERIKSAAN KUALITAS AIR PDAM SLEMAN

Batas persyaratan kualitas air minum PDAM SLEMAN

Fe : 0.3 mg/l Cloor : 0.3 mg/l Warna : 15 Tcu
 Ph : 6.5 - 8.5 Tds : 500 mg/l Mangan : 0.4 mg/l

Tgl	Bulan	Tahun	Unit	Cabang	N_petugas	L_sampel	Fe	PH	TB	Cloor	TDS	Suhu	Warna
26	april	2019	nogotirto	barat	sutikno	1. air baku, beji	0.5	7.8	3.79	-	311	17.8	10
26	april	2019	nogotirto	barat	sutikno	2. terdekat, reservoir	0.3	7.8	1.64	2.0	279	18.1	5
26	april	2019	nogotirto	barat	sutikno	3. terjauh, toragan sidorejo	0.2	7.7	1.40	0.1	267	18.2	2.5
26	mei	2019	nogotirto	barat	sutikno	1. air baku, dw 2 trini	0.2	7.2	1.59	-	318	17.5	7.5
26	mei	2019	nogotirto	barat	sutikno	2. terdekat, reservoir	0	7.2	0.58	0.1	283	17.5	7.5
26	mei	2019	nogotirto	barat	sutikno	3. terjauh, modinan	0	7.3	0.79	0.4	270	17.1	5
26	juni	2019	nogotirto	barat	salindra	1. air baku, dw 2 trini	0.8	7.7	5.48	-	318	17.4	2.5
26	juni	2019	nogotirto	barat	salindra	2. terdekat, reservoir	0.2	7.7	1.56	>2	264	17.9	2.5
26	juni	2019	nogotirto	barat	salindra	3. terjauh, suharti	0	7.7	1.05	0.1	268	17.8	2.5
26	juli	2019	nogotirto	barat	sutikno	1. air baku, selowell	0	7.4	0.77	-	198	15.6	2.5
26	juli	2019	nogotirto	barat	sutikno	2. terdekat, reservoir	0.1	7.4	0.83	1.5	252	15.7	2.5
26	juli	2019	nogotirto	barat	sutikno	3. terjauh, bayu meneng	0.1	7.4	1.52	0.4	248	15.8	2.5
25	januari	2019	nogotirto	barat	sutikno	1. air baku	2	7.1	9.99	-	181	16.8	30
25	januari	2019	nogotirto	barat	sutikno	2. terdekat / recevoar	0	7.1	0.90	2.0	230	17.0	0
25	januari	2019	nogotirto	barat	sutikno	3. terjauh / konsumen	0	7.2	0.92	2.0	233	17.0	0
22	februari	2019	nogotirto	barat	sutikno	1. air baku	0.2	7.0	3.66	-	139	16.8	0
22	februari	2019	nogotirto	barat	muryanto	2. terdekat / recevoar	0.3	7.0	3.54	2.0	167	16.8	0
22	februari	2019	nogotirto	barat	muryanto	3. terjauh / konsumen	0.2	7.0	2.90	0.8	165	16.9	0
25	maret	2019	nogotirto	barat	sutikno	1. DW donokitri	2	6.9	24.7	-	177	17.6	10
25	maret	2019	nogotirto	barat	sutikno	2. Reservoir nogotirto	0.1	6.9	2.0	2.0	245	17.5	5

Ka Sub Bag Produksi

Ka Ur Kualitas Air

DATA HASIL PEMERIKSAAN KUALITAS AIR PDAM SLEMAN

25	maret	2019	nogotirto	barat	sutikno	3. terjau, bpk Hartiman	0	6.9	1.3	0.1	246	17.6	7.5
25	agustus	2019	nogotirto	barat	sutikno	1. air baku, selowell donokitri	0	7.8	0.59	-	178	15.2	7.5
26	agustus	2019	nogotirto	barat	sutikno	2. terdekat, reservoir	0.1	7.8	1.08	>2	240	15.2	2.5
12	September	2019	nogotirto	barat	sutikno	3. terjauh, bayumeneng	0.1	7.8	0.76	>2	238	15.2	2.5
12	September	2019	nogotirto	barat	dhimas	1. air baku, intake bedog	0.1	6.9	0.53	-	175	17.0	4
12	September	2019	nogotirto	barat	dhimas	2. terdekat reservoir	0.1	7.1	0.64	1.0	240	17.2	4
11	oktober	2019	nogotirto	barat	dhimas	3. terjauh, modinan	0.1	7.1	0.40	2.0	245	17.2	1
11	oktober	2019	nogotirto	barat	dhimas	1. air baku, sungai bedog	0.1	6.9	0.92	-	174	15.6	4
11	oktober	2019	nogotirto	barat	dhimas	2. terdekat, reservoir	0.1	6.9	1.22	<0.2	187	15.6	3
14	november	2019	nogotirto	barat	dhimas	3. terjauh, banyumeneng	0.2	7.2	1.36	0.4	227	16.0	5
14	november	2019	nogotirto	barat	dhimas	1. air baku, sungai bedog	0.2	7.0	1.48	-	220	18.7	3
14	november	2019	nogotirto	barat	dhimas	2. terdekat, kantor	0.2	7.3	1.11	1.5	243	18.8	5
14	november	2019	nogotirto	barat	dhimas	3. terjauh, banyumeneng	0	7.0	0.60	0.2	237	18.8	8

Ka Sub Bag Produksi

Ka Ur Kualitas Air

Lampiran 4 Data Kualitas Total Coliform Air Nogotirto

PEMERINTAH 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, 07 February 2020
 Kepada
 Yth, PDAM TIRTA SEMBADA
 Jl.Parasamy No.18,Beran,Tridadi,Sleman

LAPORAN HASIL UJI

IDENTITAS SAMPEL
 No.Contoh Uji/No.Plg : MIK/00406/107-PDAM-S
 Contoh Uji : Air Minum
 Berasal dari : Kran Depan IPA Nogotirto
 Asal Contoh Uji : Sumur Pengolahan Nogotirto
 Di ambil oleh : Sururi Imron,dkk, petugas Petugas PDAM. Sleman
 Instansi : PDAM TIRTA SEMBADA
 Tanggal Sampling : 27-01-2020
 Tanggal Di terima : 27-01-2020
 Tanggal Pengujian : 27-01-2020 s/d 07-02-2020

HASIL PENGUJIAN

NO	PARAMETER	SATUAN	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan	HASIL UJI LAB	METODE UJI
1	Total Coliform	CFU/100ml	0	0	APHA 2012 Sec. 9222 H
2	E. coli	CFU/100ml	0	0	APHA 2012 Sec. 9222 H

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

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

SALINAN SESUAI BENGKANG ASLINYA

*** CEPAT - AKURAT - TERPERCAYA ***

**PEMERINTAH KABUPATEN SLEMAN
DINAS KESEHATAN
UPTD LABORATORIUM KESEHATAN**

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

Mlati, 07 February 2020
Kepada
Yth, PDAM TIRTA SEMBADA
Jl.Purasannya No.18,Beran,Tridadi,Sleman

LAPORAN HASIL UJI

IDENTITAS SAMPEL

No.Contoh Uji/No.Plg : MIK/00408/107-PDAM-S
Contoh Uji : Air Minum
Berasal dari : Kran Depan Jaringan I Nogotirto
Asal Contoh Uji : SDN Sentul,Jl.Godean Km.10,Sidongung,Godean,Sleman
Di ambil oleh : Sururi Imron,dkk, petugas Petugas PDAM. Sleman
Instansi : PDAM TIRTA SEMBADA
Tanggal Sampling : 27-01-2020
Tanggal Di terima : 27-01-2020
Tanggal Pengujian : 27-01-2020 s/d 07-02-2020

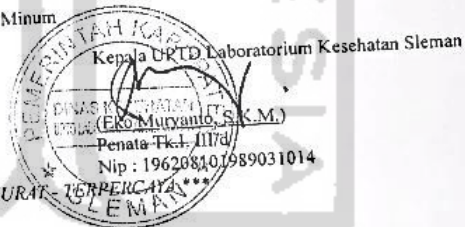
HASIL PENGUJIAN

NO	PARAMETER	SATUAN	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan	HASIL UJI LAB	METODE UJI
1	Total Coliform	CFU/100ml	0	1	APHA 2012 Sec. 9222 H
2	E. coli	CFU/100ml	0	0	APHA 2012 Sec. 9222 H

Catatan : td>

1. Hasil uji ini hanya berlaku untuk contoh uji yang di uji
2. Dilarang mengutip/mengcopy dan /atau mempublikasikan sebagian/seluruh isi lampiran hasil uji ini tanpa seijin UPTD Laboratorium Kesehatan Kabupaten Sleman
3. Semua parameter diuji di laboratorium
4. Permenkes 492 Th 2010 Tentang Persyaratan Air Minum

SALINAN SESUAI
DEGAN ASLINYA



*** CEPAT - AKURAT - TERPERCAYA ***

**PEMERINTAH 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, 07 February 2020
Kepada
Yth, PDAM TIRTA SEMBADA
Jl.Parasmya No.18,Beran,Tridadi,Sleman

LAPORAN HASIL UJI

IDENTITAS SAMPEL

No.Contoh Uji/No.Plg : MIK/00410/107-PDAM-S
Contoh Uji : Air Minum
Berasal dari : Kran Depan Jaringan 2 Nogotirto
Asal Contoh Uji : Bpk. Supriyadi, Kramen,Sidoagung,Godean
Di ambil oleh : Sururi Imron,dkk, petugas Petugas PDAM. Sleman
Instansi : PDAM TIRTA SEMBADA
Tanggal Sampling : 27-01-2020
Tanggal Di terima : 27-01-2020
Tanggal Pengujian : 27-01-2020 s/d 07-02-2020

HASIL PENGUJIAN

NO	PARAMETER	SATUAN	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan	HASIL UJI LAB	METODE UJI
1	Total Coliform	CFU/100ml	0	2	APHA 2012 Sec. 9222 H
2	E. coli	CFU/100ml	0	0	APHA 2012 Sec. 9222 H

Catatan : td>

1. Hasil uji ini hanya berlaku untuk contoh uji yang di uji
2. Dilarang mengutip/mengcopy dan /atau mempublikasikan sebagian/seluruh isi lampiran hasil uji ini tanpa scijin UPTD Laboratorium Kesehatan Kabupaten Sleman
3. Semua parameter diuji di laboratorium
4. Permenkes 492 Th 2010 Tentang Persyaratan Air Minum



SALINAN SESUAI
DENGAN ASLINYA

Lampiran 5 Permenkes 492 tahun 2010



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

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 Koliiform	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	°C	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

Lampiran 6 Permenkes 736 tahun 2010



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Dalam melakukan inspeksi sanitasi menggunakan formulir sebagaimana tercantum pada contoh Formulir I.

II. PENETAPAN JUMLAH DAN FREKUENSI PENGAMBILAN SAMPEL AIR MINUM

A. Penetapan Jumlah dan Frekuensi Pengambilan Sampel Air Minum Pada Pengawasan Eksternal.

Pengambilan sampel air minum dilaksanakan berdasarkan hasil inspeksi sanitasi sebagaimana terurai di atas, yaitu terhadap air minum dengan sistem jaringan perpipaan, depot air minum, dan air minum bukan jaringan perpipaan dengan risiko pencemaran sedang (S) dan rendah (R).

a. Air minum dengan sistem jaringan perpipaan.

Pengambilan sampel air minum dilaksanakan berdasarkan hasil laporan pengawasan internal penyelenggara air minum. Jumlah sampel dan frekuensi pengujian sampel air minum harus dilaksanakan berdasarkan jumlah penduduk yang dilayani pada jaringan distribusi sesuai dengan ketentuan minimal sebagai berikut:

Parameter	Frekuensi Pengujian	Jumlah sampel /parameter/jaringan distribusi		
		Jumlah penduduk yang dilayani		
		< 5000	< 5000 – 100.000	> 100.000
Fisik	Satu bulan sekali	1	1 per 5000 penduduk	1 per 10.000 penduduk ditambah 5 sampel tambahan
Mikrobiologi	Satu bulan sekali	1	1 per 5000 penduduk	1 per 10.000 penduduk ditambah 5 sampel tambahan
Sisa chlor*	Satu bulan sekali	1	1 per 5000 penduduk	1 per 10.000 penduduk ditambah 5 sampel tambahan



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

Jumlah sampel dan frekuensi pengujian sampel air minum dilakukan terhadap air yang siap dimasukkan ke dalam galon/wadah air minum sesuai kebutuhan dengan ketentuan minimal sebagai berikut:

Parameter	Frekuensi pengujian	Jumlah sampel
Mikrobiologi	Satu bulan sekali	1
Fisika	Satu bulan sekali	1
Kimia Wajib	Enam bulan sekali	1
Kimia tambahan*	Enam bulan sekali	1

Keterangan:

- * Parameter kimia tambahan yang ditetapkan oleh Peraturan Daerah.

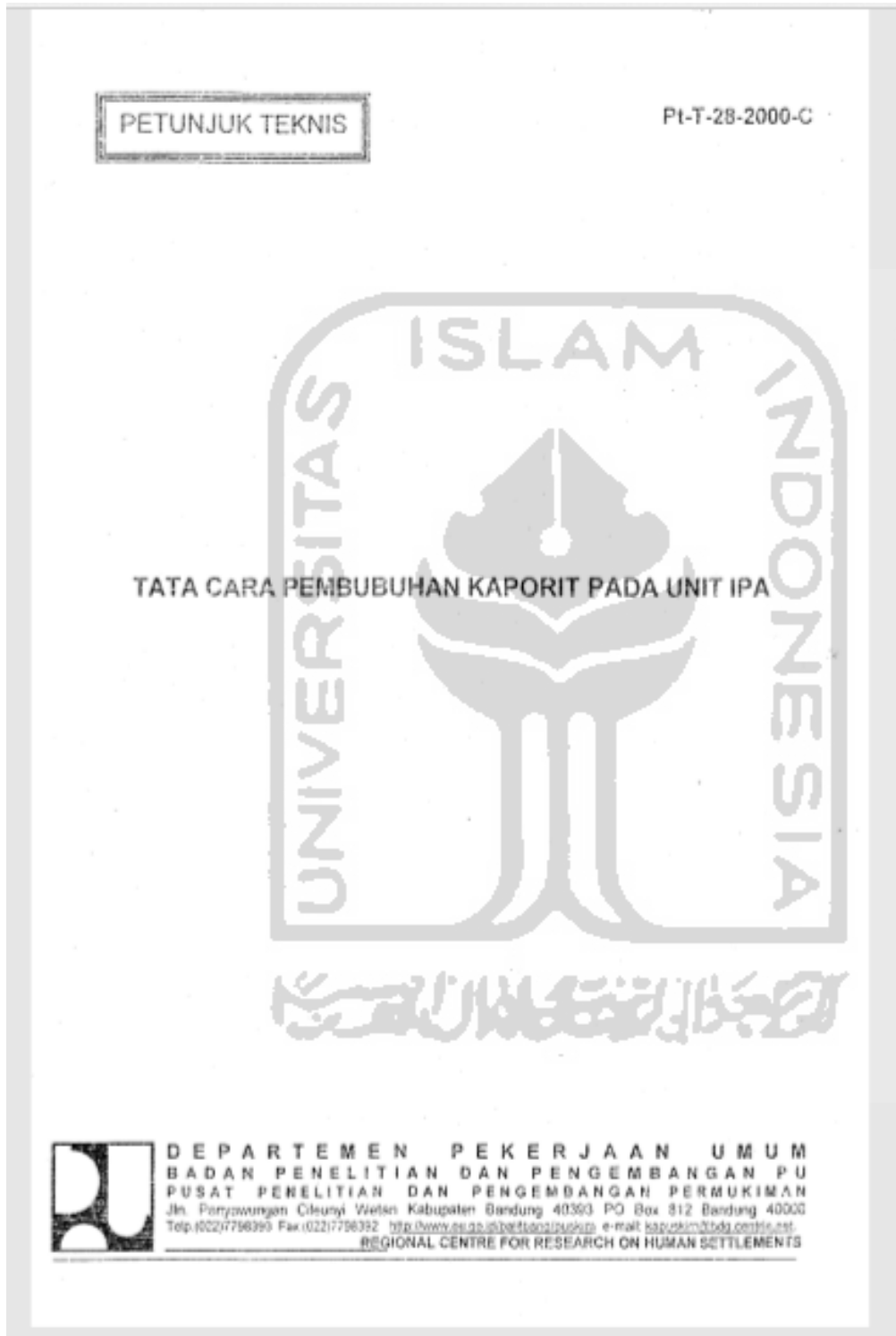
c. Air minum bukan jaringan perpipaan

Jumlah sampel dan frekuensi pengujian sampel air minum dilakukan sesuai kebutuhan dengan ketentuan minimal sebagai berikut:

Lampiran 7 PUPR 26 tahun 2014

LOGO dan KOP		UNIT SPAM: PRODUKSI	
NO. POS	JUDUL POS	REVISI KE: HALAMAN:	
18	Pengoperasian Instalasi Desinfeksi		
Alur Proses		Dokumen Pendukung/Laporan	Pelaksana
<p style="text-align: center;">Mulai</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Tahap Persiapan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • menyiapkan larutan desinfektan sesuai dengan dosis yang diperlukan dan masukkan ke dalam bak pelarut, atau menyiapkan tabung berisi gas chlor berikut perlengkapan yang diperlukan sesuai dengan metoda yang digunakan; dan • menyiapkan pompa dosing dan memastikan larutan atau gas chlor tercampur dengan merata, baik dimatukkan melalui proses dituntikan ke dalam pipa atau ditetaskan kedalam bak clear well/ reservoir. </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Pengoperasian:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mengalirkan air hasil olahan pada proses pengolahan sebelumnya ke dalam bak penampung/ pengumpul (clear well/ reservoir); • menjalankan pompa dosing untuk pembubuhan desinfektan; • melakukan pemberian desinfektan sesuai dosis yang ditentukan baik metoda dituntikan kedalam pipa atau ditetaskan ke dalam bak sesuai dengan instalasi yang digunakan; dan • memastikan proses desinfeksi berjalan dengan baik, melalui pengawasan dan pemantauan. </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;">B</div> </div>		<ul style="list-style-type: none"> • IK Kebutuhan Chlorinasi • IK Pembubuhan Dosis Chlor untuk Proses Desinfeksi • IK Pengoperasian Pompa Dosing • IK KSL APD • IK KSL APAR 	<ul style="list-style-type: none"> • Operator Pengolahan Air/ Operator terkait
		<ul style="list-style-type: none"> • IK Pengoperasian Katup • IK Pengoperasian Pompa Dosing • IK Pengoperasian Gas Chlor • IK Pembubuhan 	<ul style="list-style-type: none"> • Operator Pengolahan Air/ Operator terkait

Lampiran 8 Juknis PUPR Pt-T-28-2000-C



BAB II
KETENTUAN-KETENTUAN

2.1 Umum

Pembubuhan kaporit pada instalasi penjernihan air harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- 1) alat pembubuh yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
- 2) alat pembubuh dioperasikan dan dipelihara sesuai ketentuan yang berlaku;
- 3) debit operasi sesuai dengan perencanaan;
- 4) kualitas kaporit memenuhi persyaratan;
- 5) tersedia tenaga pelaksana yang terlatih;
- 6) tersedia gudang penyimpanan kaporit;
- 7) alat ukur harus dikalibrasi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
- 8) ventilasi sesuai ketentuan yang berlaku.

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 $\text{Cl}_2 = 60\%$
100

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

R_s = dosis pembubuhan (mg/L)

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

Lampiran 9 Dokumentasi dan Pengujian Penelitian

1. Pengambilan Sampel dan Pengukuran Tekanan



Pengambilan Sampel Air



Pengukuran Tekanan Air

2. Proses Pengujian Klorin



3. Pembuatan Media dan pengujian Total *Coliform*



4. Unit Disinfeksi



Dimensi Bak Disinfeksi:

60 cm x 60 cm x 60 cm

Lampiran 10 Perhitungan

1. Perhitungan Konsentrasi Klorin

Tabel Data Rata-Rata Pengukuran Titrasi

No	Lokasi	Rata-rata waktu			Rata-rata keseluruhan
		Pagi	Siang	Sore	
1	Nogotirto	0.32	0.30	0.32	0.31
2	Terdekat	0.27	0.26	0.26	0.26
3	Tengah	0.25	0.23	0.22	0.23
4	Terjauh	0.25	0.23	0.22	0.23

Keterangan:

Blanko = 0,12 mL

Konsentrasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ = 0,0093

Volume = 50 mL

$$\text{Rumus : Kadar Klor} = \frac{1000 \times (A-B) N \times 35.46}{v}$$

Contoh Perhitungan:

Pada Lokasi Nogotirto Pagi:

$$\text{Kadar Sisa Klor} = \frac{1000 \times (0,32 \text{ mL} - 0,12 \text{ mL}) \times 0,0093 \times 35.46}{50 \text{ mL}} = 1,31 \text{ ppm}$$

2. Perhitungan Koefisien Penurunan Klorin

Tabel Data Pertitik Sampel

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	Nogotirto	Terdekat	1.27	0.95	356	150	0.016	0.88
2	Terdekat	Tengah	0.95	0.75	355	40	0.005	0.44
3	Tengah	Terjauh	0.75	0.73	351	30	0.0004	0.3

Keterangan :

C_0 = 1,27 mg/L

C_e = 0,95 mg/L

v = 0,88 m/s

L = 356

$$\text{Rumus: } \ln C_e = \ln C_0 - \left(\frac{k}{v}\right) L$$

$$\text{Koefisien Penurunan klorin} = \left(\frac{\ln C_e - \ln C_0}{v \times L}\right)$$

Contoh Perhitungan

Pada Nogotirto Hingga Titik Terdekat

$$\left(\frac{\ln 0,95 - \ln 1,27}{0,88 \times 356}\right) = -0,00095$$

3. Perhitungan dosis klorin pada reservoir

$$W = Q \times C \times R_s \dots \dots \dots (2)$$

Maka, rumus dosis pembubuhannya seperti dibawah ini,

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

Keterangan:

W = Kebutuhan Kaporit (mg/detik)

Q = Debit air baku/ instalasi (L/s)

C = Kadar Cl₂ (60 – 70%)

R_s= Dosis pembubuhan (mg/L)

Maka, Perhitungan:

$$W = 1,5 \text{ kg/ hari} = \frac{1,5 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \times 10^6}{86400 \text{ s}} = 17,361 \text{ mg/s}$$

$$Q = 10 \text{ L/s}$$

$$C = 70\% \left(\frac{100}{70} \right)$$

Nilai R_s (dosis) adalah

$$R_s = \frac{17,361 \text{ mg/s}}{10 \frac{\text{L}}{\text{s}} \times \frac{100}{70}} = 1,21 \text{ mg/L}$$

4. Perhitungan Waktu kontak

Waktu Kontak

Titik 1	Titik 2	Jarak (m)	Kecepatan (m/s)	Waktu Kontak (menit)
Nogotirto	Terdekat	356	0.88	6.74
Terdekat	Tengah	355	0.44	13.45
Tengah	Terjauh	351	0.3	19.5
Total Waktu				39.69

$$\text{Waktu Kontak} = \frac{\text{Jarak (m)}}{\text{Kecepatan} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)}$$

Maka, Perhitungan:

$$\text{Waktu Kontak} = \frac{356 \text{ (m)}}{0.88 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right) \times 60 \text{ s}} = 6,74 \text{ menit}$$



"Halaman Sengaja Dikosongkan"

RIWAYAT HIDUP

Saya Damayanti, lahir di Magelang pada 23 Juli 1997. Saya merupakan anak tunggal dari ayah Sunindio Purnama Adi, S.E., M.Si dan ibu Nurjanah, B.Sc. Sebelum masuk dibangku perkuliahan penulis menempuh pendidikan terakhir di SMA Negeri 6 Yogyakarta. Kemudian melanjutkan studi pendidikan tinggi dan menjadi mahasiswa di progm studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia tahun 2016.

Selama menjalan perkuliahan di Teknik Lingkungan ini, pada tingkat universitas penulis pernah lolos menjadi salah satu finalis PKM pada tahun 2018 bidang kewirausahaan mewakili UII, yang secara kebetulan MONEV pada tahun tersebut bertempat di UII serta penulis semasa kuliah pernah menjadi Asisten pada praktikum Mikrobiologi Lingkungan dan Praktikum Pengantar Teknik Lingkungan. Kegiatan keorganisasian penulis aktif diluar kampus, karena mengikuti organisasi lanjutan semasa SMA yaitu penulis tergabung organisasi Purna Paskibraka Indonesia Kota Yogyakarta sebagai *staff* Sumber Daya Manusia dengan masa bakti 2016 – 2021. Dengan mengucap syukur Alhamdulillah, penulis dapat menyelesaikan studi dan habis teori pada semester 7 dengan waktu 3 tahun 6 bulan dan menyelesaikan Tugas akhir dalam waktu 3 tahun 8 bulan. Demikian riwayat hidup ini saya buat, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.