

**SKRIPSI**

**ANALISA KEBERADAAN SISA KLOOR  
BEBAS PADA JARINGAN DISTRIBUSI  
PDAM KABUPATEN BANTUL DENGAN  
EPANET 2.0**



Oleh :

**AGFIAN IJLAL RAMADHAN**

**NPM. 1652010061**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
SURABAYA  
2020**

**SKRIPSI**

**ANALISA KEBERADAAN SISA KLOR  
BEBAS PADA JARINGAN DISTRIBUSI  
PDAM KABUPATEN BANTUL DENGAN  
EPANET 2.0**



Oleh :

**AGFIAN IJLAL RAMADHAN**

**NPM. 1652010061**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"**

**JAWA TIMUR**

**SURABAYA**

**2020**

**ANALISA KEBERADAAN SISA KLOR BEBAS PADA  
JARINGAN DISTRIBUSI PDAM KABUPATEN BANTUL  
DENGAN EPANET 2.0**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST.)  
Program Studi Teknik Lingkungan.

Diajukan Oleh :

**AGFIAN IJLAL RAMADHAN**  
NPM. 1652010061

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”  
JAWA TIMUR  
SURABAYA  
2020**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**Skripsi/ Tugas Akhir**

**ANALISA KEBERADAAN SISA KLOR BEBAS PADA JARINGAN  
DISTRIBUSI PDAM KABUPATEN BANTUL DENGAN EPANET 2.0**

Diajukan Oleh :

**AGFIAN IJLAL RAMADHAN**

**NPM. 1652010061**


Telah Dipertahankan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Pada Tanggal: .....

Menyetujui  
Dosen Pembimbing,

  
**J. Nanick Ratni J.A.R., M.kes.**  
**NIP. 19590729 198603 1001**

Mengetahui  
**DEKAN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM**

  
**Dr. Dra. Jariyah, MP**  
**NIP. 19650403 199103 2 001**

## CURRICULUM VITAE

### DATA MAHASISWA / MAHASISWI

Nama Lengkap	Agfian Ijlal Ramadhan	
NPM	1652010061	
Tempat / Tanggal Lahir	Bantul, 03 Januari 1998	
Alamat	Pandak RT. 06. Wijirejo, Pandak, Bantul, Yogyakarta	
Telepon	(0274) 6462330	
HP	0813 4940 8421	
Email	<a href="mailto:agfianijlalamadhan@gmail.com">agfianijlalamadhan@gmail.com</a>	

### PENDIDIKAN

Tingkat Edukasi	Institusi	Jurusan	Tahun
SD	SD Negeri Bantul Manunggal		2010
SMP	SMP Negeri 1 Bantul		2013
SMA	SMA Negeri 1 Bantul	IPA	2016
Universitas	Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur	Teknik Lingkungan	2020

### TUGAS AKADEMIK

No	Kegiatan	Tempat/Judul	Tahun
1	Kuliah Lapangan	Batik Dinar Hadi, Kampung Wisata Sukunan, PT. Mirota KSM, SPAM Kartamantul, IPAL Sewon	2019
2	KKN	Desa Kebonagung, Kecamatan Sawahan, Kabupaten Nganjuk	2019
3	Kerja Praktek	SPAM Kartamantul, D.I.Yogyakarta	2019
4	Tugas Perancangan	Pengolahan Air Minum Sumber Air Baku Sungai Progo D.I.Yogyakarta	2019
5	Skripsi	Pengolahan Lindi (Leacheate) Dengan Metode Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) Dengan Proses Aerobik-Anoksik Untuk Menurunkan Konsentrasi COD, TSS, Dan Amonia	2020

### ORANG TUA

Nama	Agung Darmadi
Alamat	Pandak RT. 06. Wijirejo, Pandak, Bantul, Yogyakarta
Telepon	-
HP	-
Pekerjaan	Wiraswasta

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi. Penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini tidak terlepas dari partisipasi dan bimbingan dari semua pihak.

Penulis sadar bahwa dalam penulisan Tugas Akhir Skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Ibu Dr. Dra Jariyah. MP., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Ir. Naniek Ratni J.AR., M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan. Terima kasih atas kesediaan, kesabaran, dan ilmu yang diberikan dalam setiap proses bimbingan Tugas Akhir Skripsi.
4. Ibu Euis Nurul H., ST. MT. Ph.D, dan Pak M. Mirwan., ST. MT., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan. Terima kasih atas kritik dan saran dalam menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi.
5. Orang tua yang sangat penulis cintai dan hormati yang telah dengan rela dan sabar mendidik dan memberi kasih sayang sehingga dapat menimba ilmu hingga pada jenjang yang sekarang sedang tempuh, juga selalu memberikan dukungan, semangat serta bantuan baik moril maupun materi.
6. Mbak Ema, Mbak Risty, Bu Nursih, dan Bu Emi yang telah membantu dalam memperlancar pelaksanaan penelitian saya.

7. Teman-teman yang telah banyak membantu kami dalam penyelesaian Tugas Akhir Skripsi ini. Penulisan Tugas Akhir Skripsi ini tentunya masih belum sempurna sehingga diperlukan kritik dan saran serta masukan dari berbagai pihak. Semoga Tugas Akhir Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kami sendiri sebagai penulis dan juga para pembacanya.

Surabaya, 12 Oktober 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Lingkup Penelitian .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Tinjauan Umum.....	4
2.1.1 Desinfeksi.....	4
2.1.2 Kriteria Pemilihan Desinfeksi .....	4
2.1.3 Faktor yang Dapat Mempengaruhi Efektivitas dalam Proses .....	5
Desinfeksi .....	5
2.1.4 Hal yang Harus diperhatikan dalam Proses Desinfeksi .....	6
2.2 Landasan Teori .....	7
2.2.1 Desinfeksi Sekunder.....	7
2.2.2 Klorinasi.....	8
2.2.3 <i>Calcium Hypochlorite</i> (Ca (OCI) <sub>2</sub> ) .....	10
2.2.4 Klorin pada Jaringan Distribusi .....	11
2.2.5 Penurunan Sisa Klor Pada Jaringan Distribusi .....	12
2.2.6 Pengaruh pH Terhadap Sisa Klor .....	13
2.2.7 Pengaruh Suhu Terhadap Sisa Klor .....	14
2.2.8 EPANET .....	14
2.3 Hasil Penelitian Sebelumnya.....	17
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	22



3.1	Kerangka Penelitian .....	22
3.2	Alat dan Bahan .....	23
3.2.1	Bahan.....	23
3.2.2	Alat.....	23
3.3	Cara Kerja.....	23
3.3.1	Waktu dan Lokasi Penelitian .....	23
3.3.2	Teknik Pengambil Sampel .....	24
3.3.3	Prosedur Penelitian.....	25
3.4	Variabel Penelitian .....	29
3.5	Analisa Penelitian.....	30
3.5.1	Analisa Penelitian.....	30
3.5.2	Analisa Data .....	30
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>31</b>
4.1	Pemetaan Titik Sampling .....	31
4.2	Data Hasil Sampling dan Uji Kualitas Air .....	32
4.2.1	Lokasi Titik Sampling.....	32
4.2.2	Hasil Uji Parameter Kualitas Air .....	33
4.3	Analisis Statistik Antar Parameter .....	41
4.3.1	Analisa Statistik Antara pH dan Sisa Klor.....	41
4.3.2	Analisa Statistik Antara suhu dan Sisa Klor .....	45
4.4	Perhitungan Koefisien Penurunan Sisa Klor .....	48
4.5	Hasil Kalibrasi Kondisi Eksisting Sistem Distribusi Pelayanan PDAM Bantul51	
4.6	Hasil Simulasi Pola Sebaran Sisa Klor Sistem Distribusi Pelayanan PDAM Bantul.....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis dan Sifat Bahan Desinfeksi .....	6
Tabel 2.2 Kadar Klor yang Dibutuhkan 130 Perusahaan Air Minum di Amerika Serikat .....	6
Tabel 2.3 Pengaruh Klor Bebas pada Beberapa Tingkat Konsentrasi .....	7
Tabel 2.4 Pengaruh Klor Bebas pada Beberapa Tingkat Konsentrasi .....	10
Tabel 2.5 Hasil Penelitian Sebelumnya .....	18
Tabel 3.1 Variabel Penelitian .....	29
Tabel 3.2 Metode Analisa .....	30
Tabel 4.1 dapat dilihat lokasi titik sampling pada penelitian ini. ....	32
Tabel 4.2 Hasil Uji Kadar Klor Bebas .....	33
Tabel 4.3 Hasil Uji Suhu Air.....	37
Tabel 4.5 Hasil Uji pH Pukul .....	39
Tabel 4.6 Hasil Survei Penurunan Sisa Klor.....	49
Tabel 4.7 Perhitungan Konstanta Penurunan Sisa Klor Pagi.....	50
Tabel 4.8 Perhitungan Konstanta Penurunan Sisa Klor Siang.....	50

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Zona reaksi pada pipa.....	15
Gambar 3.1 Peta Lokasi Pipa Jaringan Distribusi PDAM Bantul Wilayah Barat Sub. Unit Guwosari.....	24
Gambar 3.2 Contoh Input Data Kalibrasi .....	28
Gambar 4.1 Peta Distribusi PDAM Bantul Sub Unit Guwosari .....	32
Gambar 4.2 Grafik Sisa Klor pukul 08.00 .....	35
Gambar 4.3 Grafik Sisa Klor pukul 12.00 .....	36
Gambar 4.4 Grafik Suhu pukul 08.00 .....	38
Gambar 4.5 Grafik Suhu pukul 12.00 .....	38
Gambar 4.6 Grafik pH pukul 08.00 .....	40
Gambar 4.7 Grafik pH pukul 12.00 .....	41
Gambar 4.8 Hasil Uji Normalitas pH 08.00 .....	42
Gambar 4.9 Hasil Uji Korelasi Antara pH dan Sisa Klor Pukul 08.00.....	42
Gambar 4.10 Hasil Uji Regresi Antara pH dan Sisa Klor Pukul 08.00 .....	43
Gambar 4.11 Hasil Uji Normalitas pH Pukul 12.00 .....	43
Gambar 4.12 Hasil Uji Korelasi Antara pH dan Sisa Klor Pukul 12.00.....	44
Gambar 4.13 Hasil Uji Regresi Antara pH dan Sisa Klor Pukul 12.00 .....	44
Gambar 4.14 Hasil Uji Normalitas Suhu 08.00 .....	46
Gambar 4.15 Hasil Uji Korelasi Antara pH dan Sisa Klor Pukul 12.00.....	46
Gambar 4.16 Hasil Uji Regresi Antara Suhu dan Sisa Klor Pukul 08.00.....	47
Gambar 4.17 Hasil Uji Normalitas Suhu 12.00 .....	47
Gambar 4.18 Hasil Uji Korelasi Antara Suhu dan Sisa Klor Pukul 08.00.....	48
Gambar 4.19 Hasil Uji Regresi Antara Suhu dan Sisa Klor Pukul 12.00.....	48
Gambar 4.20 Report Calibration Statistic for Chlorine menggunakan data sampling.....	51
Gambar 4.21 Report Calibration Statistic for Chlorine menggunakan data sampling.....	52
Gambar 4.22 Perbandingan Data Analisa EPANET dan Data Observasi .....	52

Gambar 4.23 Contour Plot Sebaran Klor pada 08.00.....	53
Gambar 4.24 <i>Contour Plot</i> Sebaran Klor pada 12.00 .....	54
Gambar 4.25 Overlay <i>Contour Plot</i> Sebaran Sisa Klor Pada Pukul 08.00 & 12.00 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## ABSTRAK

Kualitas air bersih merupakan standar bagi perusahaan air minum pada saat air didistribusikan dari Instalasi Pengolahan Air Bersih (IPA). Salah satu langkah penting pengolahan untuk mendapatkan air bersih adalah menghilangkan seluruh partikel-partikel dari air baku tersebut seperti bakteri patogen sehingga layak untuk dikonsumsi. Untuk menghilangkan bakteri patogen tersebut dapat dilakukan desinfeksi. Desinfektan yang sering digunakan yaitu klor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa keberadaan sisa klor bebas pada jaringan distribusi PDAM Kabupaten Bantul dengan EPANET 2.0.

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif menggunakan analisis korelasi dan regresi, sedangkan analisis deskriptif dijelaskan melalui table dan grafik. Pengambilan sampel menggunakan Purposive Sampling sebanyak 80 sampel.

Menurut Permenkes RI 492/MENKES/PER/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum rata-rata sisa klor pada pipa distribusi untuk pagi dan siang hari masih memenuhi baku mutu. Serta syarat rata-rata suhu  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  dan pH rentang 6,5 - 8,5 sudah terpenuhi.

Terdapat hubungan semakin menurun konsentrasi sisa klor maka semakin tinggi nilai pH namun tidak terdapat korelasi antara suhu dan sisa klor.

**Kata Kunci :** klor, pH, suhu, jaringan distribusi, EPANET.

## **ABSTRACT**

*The quality of clean water is a standard for drinking water companies when water is distributed from a Clean Water Treatment Installation (CWTI). One of the important processing steps to obtain clean water is to remove all particles from the raw water such as pathogenic bacteria so that it is suitable for consumption. To get rid of these pathogenic bacteria, disinfection can be carried out. The disinfectant that is often used is chlorine. The purpose of this study was to analyze the presence of free chlorine residual in the distribution network of PDAM Bantul Regency with EPANET 2.0.*

*This study is a quantitative study using correlation and regression analysis, while descriptive analysis is explained through tables and graphs. Sampling using purposive sampling as many as 80 samples.*

*According to Permenkes RI 736 / MENKES / PER / VI / 2010 concerning Procedures for Supervision of Drinking Water Quality, the average residual chlorine in the distribution pipe for the morning and afternoon have been met. Also the conditions for an average temperature of  $\pm 3$  ° C and a pH range of 6.5 - 8.5 have been met.*

*There is a relationship between the decreasing concentration of residual chlorine, the higher the pH value, but there is no correlation between temperature and residual chlorine.*

**Keywords :** *chlorine, pH, temperature, distribution network, EPANET.*