

## HUBUNGAN JARAK RUMAH KE INSTALASI PENGOLAHAN AIR DENGAN KADAR SISA CHLOR PADA JARINGAN DISTRIBUSI IPA PUCANG GADING PDAM KOTA SEMARANG

Wilujeng Ginanjarwati, Onny Setiani, Nikie Astorina Yunita D  
Bagian Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Diponegoro

Email : [wilujeng.ginanjarwati@yahoo.com](mailto:wilujeng.ginanjarwati@yahoo.com)

**Abstract :** *Pucang Gading Water Treatment Plant (WTP) is the smallest capacity of PDAM Semarang City which has a wide area, including Sendangmulyo, Klipang, Dinar Mas, Dinar Elok, Meteseh, and Bukit Kencana Jaya. The measurement results by the PDAM from January to March 2018 showed that chlorine residual level at the customer's home of the Pucang Gading WTP distribution is below from the recommended chlorine residual limit (0.2-0.5 mg/l). Decrease in chlorine residual levels also occurs from the WTP to the customer's home. The purpose of this study was to determine the relationship between the distance of the house to the Water Treatment Plant (WTP) with chlorine residual levels in the Pucang Gading Water Treatment Plant distribution in PDAM Semarang City. This research was an explanatory research with a cross sectional study. The sample of this study were 45 customers who were taken based on purposive sampling. Data analysis using Spearman Rank Correlation Test. The results of the measurement of the average chlorine residual level in the customer's home is 0.08 mg/l and the closest distance of the house to the Pucang Gading Water Treatment Plant (WTP) is 150 m with the furthest distance is 6000 m. There is a relationship between the distance of the house to the Water Treatment Plant (WTP) and the chlorine residual level with  $p$  value= 0,000 and  $r$  count= -0,604. The farther distance of the house to the WTP will affect the decrease in chlorine residual level. So it is necessary to do additional chlorine injection for distant distribution areas from the Water Treatment Plant (IPA).*

**Keywords :** *chlorine residual level, distance of house, PDAM, distribution area, Water Treatment Plant (WTP)*

### PENDAHULUAN

Air merupakan unsur yang paling penting bagi kehidupan manusia setelah udara. Fungsi air bagi keberlangsungan kehidupan makhluk hidup di bumi tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Air memiliki fungsi yang sangat penting bagi manusia. Selain untuk memenuhi kebutuhan air dalam tubuh (air minum), air juga memiliki fungsi untuk keperluan rumah tangga dasar, seperti kegiatan memasak, mandi, dan mencuci. Oleh karena itulah air sangat

berfungsi dan berperan bagi kehidupan makhluk hidup di bumi. Begitu penting manfaat air yang banyak digunakan untuk menunjang kehidupan manusia sehari-hari sehingga kualitas air yang digunakan harus diperhatikan agar tidak merugikan manusia yang menggunakannya.<sup>1</sup>

Pengelolaan sumber daya air merupakan salah satu aspek penting dalam kebutuhan sehari-hari, sehingga ketersediaan air perlu mendapat perhatian baik kuantitas,

kualitas, maupun kontinuitasnya.<sup>2</sup> Saat ini ketersediaan air menjadi masalah global yang cukup serius seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang besar dan semakin sedikitnya sumber air yang didapatkan.<sup>3</sup> Keadaan seperti ini mengakibatkan ketersediaan sumber air yang bersih mengalami penurunan dimana semakin lama sumber air menjadi semakin langka ditemukan, sedangkan kualitasnya semakin buruk untuk digunakan dalam memenuhi kebutuhan manusia.<sup>4</sup>

Kondisi sanitasi dan perilaku kebersihan yang buruk serta akses air yang tidak aman mengakibatkan 88 persen kematian anak di seluruh dunia.<sup>5</sup> Hasil Riskesdas pada tahun 2010 akses air bersih di Indonesia mengalami penurunan kira-kira sekitar tujuh persen sejak tahun 2007. Kondisi penurunan ini banyak terjadi di daerah perkotaan sebesar 23 persen. Saat ini, bahkan di beberapa provinsi yang berkinerja lebih baik (Jawa Tengah dan DI Yogyakarta), sekitar satu dari tiga rumah tangga tidak memiliki akses ke persediaan air bersih.<sup>6</sup>

PDAM Tirta Moedal merupakan Perusahaan Daerah Air Minum milik Pemerintah Kota Semarang. PDAM tersebut saat ini memiliki cakupan pelayanan 56,10% dengan 163.584 pelanggan aktif yang tersebar di berbagai wilayah di Kota Semarang pada tahun 2016.<sup>7</sup> Dengan menerapkan sistem pengolahan air secara lengkap diharapkan PDAM mampu menyediakan air dengan kualitas yang baik.<sup>8</sup>

Air hasil produksi PDAM umumnya mendapat perlakuan desinfeksi untuk membunuh mikroorganisme patogen agar aman dan tidak menimbulkan masalah kesehatan.<sup>8</sup> Keberadaan bakteri patogen dalam air merupakan salah satu parameter penting dalam penentuan kualitas air. Jika bakteri

patogen masih terkandung dalam air bersih, dapat diartikan bahwa proses desinfeksi belum efektif atau maksimal, dan juga memungkinkan terjadinya pencemaran pada air.<sup>9</sup>

Nurdjannah tahun 2005 menyebutkan bahwa desinfeksi merupakan tahap penyempurnaan dari proses pengolahan air yang bertujuan untuk membunuh mikroorganisme patogen dalam air. Sedangkan menurut Soemirat pada tahun 2002 jika kadar sisa *chlor* dalam jaringan distribusi air terlalu rendah, maka mikroorganisme dapat berkembang dalam air dan menyebabkan *waterborne disease* pada masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara jarak rumah ke Instalasi Pengolahan Air (IPA) dengan kadar sisa *chlor* pada jaringan distribusi IPA Pucang Gading PDAM Kota Semarang.

#### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan *explanatory research* dengan pendekatan studi *cross sectional*. Populasi dalam penelitian ini dibedakan menjadi dua yaitu populasi target dan populasi terjangkau. Populasi target merupakan air distribusi dari IPA Pucang Gading PDAM Kota Semarang yang didistribusikan ke rumah pelanggan dalam wilayah jaringan distribusi IPA Pucang Gading sebanyak 7832 pelanggan aktif per tahun 2018. Sedangkan populasi terjangkau yaitu pelanggan PDAM yang mendapatkan aliran air dari IPA Pucang Gading yang tergolong pelanggan lama yaitu minimal 7 tahun sebanyak 6806 pelanggan.

Sampel diambil sebanyak 45 pelanggan yang dipilih berdasarkan *purposive sampling*. Metode pengambilan sampel dengan cara *grab sampling* (pengambilan sampel sesaat) di kran utama milik pelanggan. Waktu pengambilan

sampel pukul 08.00-10.00 atau mengikuti jam operasional pendistribusian air oleh IPA Pucang Gading.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jarak rumah ke Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang diukur dalam satuan meter sedangkan variabel terikat adalah kadar sisa *chlor* dalam satuan mg/l. Penelitian ini juga mengukur kualitas suhu dan pH air di rumah pelanggan. Analisis data menggunakan Korelasi *Rank Spearman* dengan tingkat signifikan  $p \leq 0,05$  dan tingkat kepercayaan 95%.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **HASIL**

Hasil pengukuran di rumah pelanggan PDAM disajikan pada tabel berikut:



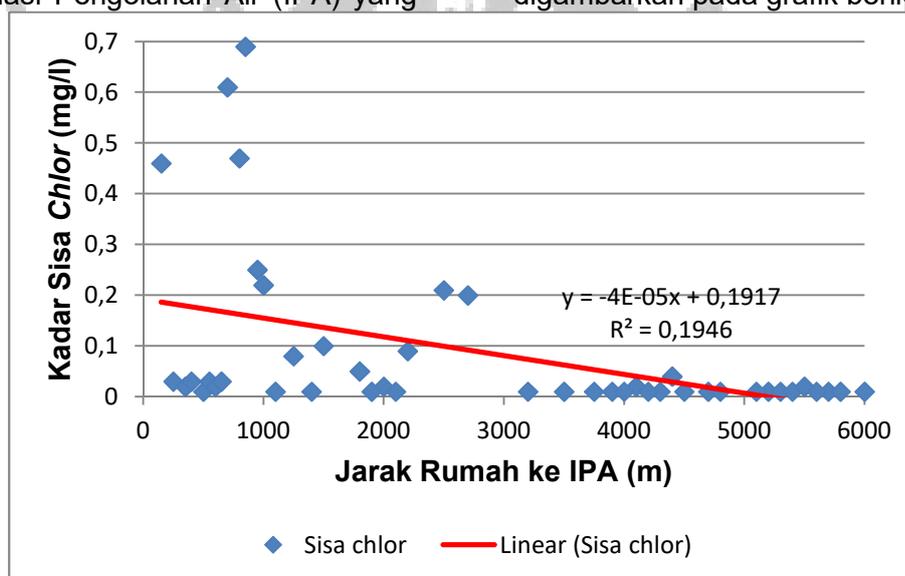
Tabel 1.1 Hasil Pengukuran di Rumah Pelanggan

No	Variabel	Mean	Median	Standar Deviasi	Minimal	Maksimal
1	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	30,2	30,2	2,1	27	40
2	pH	7,2	7,1	0,2	6,98	7,7
3	Kadar sisa <i>chlor</i> (mg/l)	0,08	0,01	0,2	0,01	0,69
4	Jarak rumah ke Instalasi Pengolahan Air (meter)	2825,6	2500	1944,1	150	6000

Hasil pengukuran di rumah pelanggan pada tabel 1.1 dapat diketahui bahwa suhu air PDAM terendah yang diukur di rumah pelanggan di wilayah jaringan distribusi IPA Pucang Gading PDAM Kota Semarang yaitu  $27^{\circ}\text{C}$  dan suhu air tertinggi yaitu  $40^{\circ}\text{C}$ . Suhu rata-rata air PDAM pada penelitian ini yaitu sebesar  $30,2^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan jika ditinjau dari kualitas pH, pH air PDAM terendah yaitu 6,98 dan pH tertinggi yaitu 7,7. Adapun pH rata-rata air PDAM pada penelitian ini yaitu sebesar 7,18. Variabel kadar sisa *chlor* memiliki nilai terendah yaitu 0,01 mg/l dan kadar sisa *chlor* tertinggi sebesar 0,69 mg/l dengan rata-rata 0,08 mg/l. Jarak rumah ke Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang

terdekat pada penelitian ini adalah 150 meter. Sedangkan jarak rumah terjauh pada penelitian ini adalah 6000 meter dan memiliki rata-rata 2825,6 meter.

Hasil uji korelasi *Rank Spearman* menunjukkan nilai *p value* = 0,000 yang berarti ada hubungan antara jarak rumah pelanggan ke Instalasi Pengolahan Air (IPA) dengan kadar sisa *chlor* pada air bersih sumber PDAM dan nilai *r* hitung = -0,604 yang berarti terdapat hubungan negatif yaitu semakin jauh jarak rumah pelanggan ke Instalasi Pengolahan Air (IPA) maka semakin kecil kadar sisa *chlor* pada air PDAM dengan kekuatan korelasi yang kuat. Hasil ini dapat digambarkan pada grafik berikut:



Gambar 1.1 Analisis Hubungan Jarak Rumah ke IPA dengan Sisa *Chlor*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin jauh jarak rumah

pelanggan ke Instalasi Pengolahan Air (IPA) maka kadar sisa *chlor*nya

akan semakin kecil. Gambar 1.1 menunjukkan bahwa masih ditemukan kadar sisa *chlor* yang cukup tinggi pada jarak dibawah 1 km. Sedangkan pada jarak 1-3 km sisa *chlor* ditemukan besarnya fluktuatif. Sisa *chlor* benar-benar menipis ketika melewati jarak diatas 3 km. Sehingga kadar sisa *chlor* memiliki kecenderungan semakin menurun seiring dengan semakin jauhnya jarak rumah ke Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang ditunjukkan dengan garis linear.

### PEMBAHASAN

Hasil analisis menunjukkan adanya hubungan antara jarak rumah ke Instalasi Pengolahan Air (IPA) dengan kadar sisa *chlor* pada air PDAM di jaringan distribusi IPA Pucang Gading. Dalam hal ini, semakin jauh jarak rumah ke Instalasi Pengolahan Air (IPA), maka kadar sisa *chlor* akan semakin berkurang. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Yani dan Roosmini tahun 2008 yang menyatakan bahwa semakin panjang jarak tempuh air maka akan semakin besar pula penurunan kadar sisa *chlor* dalam air distribusi dimana kadar sisa *chlor* juga berhubungan dengan ditemukannya bakteri *coliform* pada sampel air.

Penelitian yang dilakukan Asrydin pada tahun 2012 menunjukkan kadar sisa *chlor* bebas akan mengalami penurunan selama perjalanan distribusi air dari *reservoir* menuju rumah pelanggan. Hal tersebut diakibatkan oleh adanya kontak *chlor* aktif bereaksi selama perjalanan, baik kontak dengan mikroorganisme penyebab kontaminasi air maupun kontak *chlor* dengan zat pencemar lain pada jaringan perpipaan yang kurang efisien akibat terjadinya kebocoran pipa dalam tanah. Sehingga, apabila jarak yang ditempuh air semakin jauh maka kadar sisa *chlor* akan semakin berkurang. Berkurangnya

konsentrasi sisa *chlor* bebas selama pendistribusian air disebabkan oleh dua hal, yaitu:<sup>10</sup>

- a. *Bulk Reaction*, merupakan penurunan kadar sisa *chlor* pada jaringan distribusi air akibat sisa *chlor* bereaksi dengan zat-zat yang terlarut dalam air. Zat terlarut tersebut dapat berupa zat pencemar seperti komponen organik maupun mikroorganisme dalam pipa yang terjadi selama proses distribusi berlangsung.
- b. *Pipe Wall Reaction*, merupakan penurunan kadar sisa *chlor* akibat reaksi sisa *chlor* dengan dinding pipa distribusi. Reaksi tersebut dapat disebabkan oleh adanya lapisan biofilm yang terjadi karena korosi pada pipa akibat tidak stabilnya aliran air distribusi yang dapat membuat kecepatan aliran air menjadi lambat sehingga memicu terjadinya sedimentasi elemen-elemen tertentu dalam dasar pipa dan menciptakan habitat untuk pertumbuhan bakteri. Sedimen tersebut dapat menetap dalam kurun waktu yang cukup lama apabila aliran air dalam pipa tidak stabil secara terus menerus dan pembilasan atau penggelontoran air tidak kunjung dilakukan. Oleh karena itu, jenis dan diameter serta kondisi pipa merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan.

Sisa *chlor* berfungsi untuk menjaga kualitas air agar tetap aman hingga ke pelanggan. Namun apabila jarak rumah pelanggan semakin jauh maka kemungkinan terjadinya kontaminasi air semakin tinggi sehingga semakin lama kadar sisa *chlor* akan habis selama waktu pendistribusian air. Selain akibat reaksi *chlor* terhadap mikroorganisme dalam air, sisa *chlor* bebas memiliki sifat yang sangat

aktif sehingga dapat mengikat beberapa komponen seperti amoniak menjadi *chloramine* dan juga karena sifat aktifnya tersebut, sisa *chlor* bebas dapat mengoksidasi elemen-elemen tertentu yang terlarut dalam air seperti besi dan mangan. Sisa *chlor* bebas juga memiliki sifat yang mudah menguap. Sehingga semakin jauh letak rumah konsumen dari *reservoir* IPA mengakibatkan waktu tempuh air yang lebih lama sehingga selama perjalanan pendistribusian air, sisa *chlor* dapat aktif bereaksi dan jumlahnya akan semakin menurun seiring bertambahnya jarak tempuh air.

Jarak tempuh air yang semakin jauh juga berakibat pada perbedaan suhu dan pH air selama distribusi. pH dapat menyatakan derajat kemasaman dari suatu cairan encer, dan mewakili konsentrasi ion hidrogennya. pH merupakan parameter penting dalam analisis kualitas air karena pengaruhnya terhadap proses-proses biologis dan kimia di dalamnya. Air dengan kualitas yang baik sebaiknya memiliki pH netral karena nilai pH berhubungan dengan efektivitas klorinasi. pH pada prinsipnya dapat mengontrol keseimbangan proporsi kandungan antara karbon dioksida, karbonat dan bikarbonat.<sup>11</sup>

pH netral merupakan salah satu faktor pendukung proses pengolahan air yang efektif. Kegunaan pengaturan pH dalam pengolahan air bertujuan untuk mengendalikan korosifitas perpipaan dalam sistem distribusi karena air merupakan bahan pelarut yang sangat baik sehingga apabila pH air tidak netral maka air dapat melarutkan berbagai elemen kimia yang dilaluinya.

*Chlor* tidak akan efektif jika pH air berada diatas 7,2 atau di bawah 6,8. Oleh karena itu, sisa *chlor* hanya aktif bereaksi pada interval pH air yang netral (6,5-7,5). Jika pH

air terlalu basa atau lebih dari 8,5 maka sebanyak 90% dari sisa *chlor* bebas dalam air akan mengalami ionisasi yang dapat mengakibatkan kinerja *chlor* menjadi lemah dan konsentrasinya berkurang.<sup>12</sup>

Sementara itu, kondisi lingkungan fisik selama proses distribusi air berbeda-beda di tiap pelanggan yang juga mempengaruhi terjadinya kenaikan maupun penurunan suhu air. Suhu merupakan salah satu parameter kualitas air yang perlu untuk diketahui. Air yang baik harus memiliki temperatur yang sama dengan temperatur udara sekitarnya dengan rentang batas  $\pm 3$  dari suhu udara. Sifat sisa *chlor* bebas yang sangat aktif namun tidak stabil mengakibatkan *chlor* mudah menguap selama perjalanan air. Suhu air yang sangat tinggi dapat meningkatkan laju peluruhan *chlor* sehingga *chlor* akan semakin berkurang konsentrasinya dalam air. Penelitian oleh Fisher dkk pada tahun 2012 menyebutkan bahwa peningkatan suhu akan berakibat pada semakin cepat peluruhan *chlor*. Begitu pula dengan penelitian Liu dkk tahun 2014 yang menyimpulkan bahwa *chlor* semakin cepat meluruh seiring pemanasan yang semakin lama (suhu yang semakin meningkat).<sup>11</sup>

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai jarak rumah ke IPA dengan kadar sisa *chlor* di jaringan distribusi IPA Pucang Gading PDAM Kota Semarang, dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Hasil pengukuran kualitas air di rumah pelanggan jaringan distribusi IPA Pucang Gading didapatkan suhu air rata-rata adalah 30,2°C dan pH air rata-rata di rumah pelanggan adalah 7,18.
2. Hasil pengukuran kadar sisa *chlor* di rumah pelanggan

didapatkan rata-rata sisa *chlor* sebesar 0,08 mg/l dengan jarak rumah ke IPA terdekat yang diukur adalah 150 m dan jarak terjauh rumah ke IPA yang diukur adalah 6 km.

3. Ada hubungan antara jarak rumah pelanggan ke Instalasi Pengolahan Air (IPA) dengan kadar sisa *chlor* pada air PDAM dengan nilai korelasi -0,604.
4. Sisa *chlor* dalam jaringan distribusi IPA Pucang Gading akan mulai menipis setelah melewati jarak 3 km.

### SARAN

Adanya keterkaitan antara jarak distribusi air dengan sisa *chlor* dimana semakin jauh jarak distribusi maka sisa *chlor* akan semakin berkurang, maka perlu dilakukannya injeksi *chlor* tambahan bagi wilayah distribusi yang jauh dari Instalasi Pengolahan Air (IPA) sehingga diharapkan rumah yang letaknya jauh dari IPA masih memiliki kadar sisa *chlor* yang cukup sebagai desinfektan untuk melindungi kualitas air hingga ke rumah pelanggan.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Effendi H. Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius. 2003.
2. Pakpahan RS, Picauly I, Mahayasa INW. Cemaran Mikroba *Escherichia coli* dan Total Bakteri Koliform pada Air Minum Isi Ulang. Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional. 2015;9(4):300-307.
3. Yudo S, Said NI. Masalah Pencemaran Air Di Jakarta, Sumber Dan Alternatif Penanggulangannya. Jurnal Teknologi Lingkungan. 2001;2(2):199-206.
4. Fuadi A. Pengaruh Residual *Chlorin* Terhadap Kualitas Mikrobiologi pada Jaringan Distribusi Air Bersih (Studi Kasus: Jaringan Distribusi Air Bersih IPA Cilandak). Jakarta: FT Teknik Lingkungan UI. 2012.
5. UNICEF. Ringkasan Kajian: Air Bersih, Sanitasi & Kebersihan. UNICEF Indonesia. 2012:1-6.
6. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Laporan Nasional: Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2010. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2011.
7. Suntari. Analisis Unjuk Kerja Layanan Air Bersih PDAM Tirta Moedal di Perumnas Banyumanik Kota Semarang. Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan. 2008;10(1):75-84.
8. Astuti N. Penyediaan Air Bersih Oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Sangatta Kabupaten Kutai Timur. Journal Administrasi Negara. 2014;3(2):678-689.
9. Mukono. Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan. Surabaya: Airlangga Universitas Press. 2011.
10. Sofia E, Riduan R, Abdi C. Evaluasi Keberadaan Sisa *Chlor* Bebas di Jaringan Distribusi IPA Sungai Lutut PDAM Banjarmasin. Jurnal Teknik Lingkungan. 2015;1(1):33-52.
11. Afrianita R, Komala PS, Andriani Y. Kajian Kadar Sisa Klor Di Jaringan Distribusi Penyediaan Air Minum Rayon 8 PDAM Kota Padang. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan II. 2016;144-151.
12. Chandra B. Pengantar Kesehatan Lingkungan. Jakarta: EGC. 2006.