



**TUGAS AKHIR - RE 184804**

**EVALUASI PROGRAM ZONA AIR MINUM PRIMA (ZAMP)  
DI NGAGEL TIRTO SURABAYA**

**DEWI ERIANIK  
0321154000037**

**DOSEN PEMBIMBING:  
Ir. BOWO DJOKO MARSONO, M.Eng**

Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019



TUGAS AKHIR - RE 184804

## **EVALUASI PROGRAM ZONA AIR MINUM PRIMA (ZAMP) DI NGAGEL TIRTO SURABAYA**

DEWI ERIANIK  
0321154000037

DOSEN PEMBIMBING  
Ir. BOWO DJOKO MARSONO, M. Eng

Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019



FINAL PROJECT - RE 184804

**EVALUATION OF ZONA AIR MINUM PRIMA (ZAMP)  
PROGRAM IN NGAGEL TIRTO SURABAYA**

DEWI ERIANIK  
0321154000037

ADVISOR  
Ir. BOWO DJOKO MARSONO, M. Eng

Department of Environmental Engineering  
Faculty of Civil Environment and Geo Engineering  
Institute of Technology Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019



**LEMBAR PENGESAHAN**

**EVALUASI PROGRAM ZONA AIR MINUM PRIMA (ZAMP) DI  
NGAGEL TIRTO SURABAYA**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**DEWI ERIANIK**

NRP. 0321154000037

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir:

**Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng**

NIP. 19650317 199102 1 001





# EVALUASI PROGRAM ZONA AIR MINUM PRIMA (ZAMP) DI NGAGEL TIRTO SURABAYA

Nama Mahasiswa : Dewi Erianik  
NRP : 03211540000037  
Departemen : Teknik Lingkungan  
Dosen Pembimbing : Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng

## ABSTRAK

Zona Air Minum Prima (ZAMP) merupakan area khusus dimana air yang didistribusikan kepada pelanggan telah memenuhi persyaratan untuk dapat langsung diminum tanpa harus dimasak terlebih dahulu. PDAM Surya Sembada Kota Surabaya menerapkan program Zona Air Minum Prima (ZAMP) mulai bulan Mei 2018 di Ngagel Tirto dengan melayani 152 sambungan rumah (SR). Namun dalam penerapan program ZAMP di Surabaya, terdapat berbagai tantangan dan kendala baik dari faktor teknis maupun faktor masyarakat. Selain itu, air yang didistribusikan harus senantiasa memenuhi persyaratan agar tidak menimbulkan gangguan kesehatan bagi pelanggan yang mengonsumsi air siap minum tersebut. Oleh karena itu, untuk mengetahui kondisi dan keberhasilan dari penerapan program ZAMP, dilakukan evaluasi dari aspek operasional ZAMP dan aspek pemanfaatan air siap minum oleh pelanggan yang telah dilayani program ZAMP kemudian menentukan rencana pemantauan dan pemeliharaan kualitas air.

Aspek operasional yang dikaji meliputi sistem distribusi, kualitas air yang didistribusikan dan tekanan pada jaringan berdasarkan data primer dan sekunder. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan pengambilan sampel kualitas air dengan parameter total *coliform* dan sisa klor serta pengukuran tekanan di sambungan rumah pelanggan yang dilayani ZAMP, uji kualitas air di laboratorium, analisis jaringan dengan WaterCAD v8i, kuesioner dan studi literatur. Lokasi titik pengambilan sampel air dilakukan di sambungan rumah pelanggan yang juga menjadi responden kuesioner. Aspek pemanfaatan terkait persentase pelanggan ZAMP yang mengonsumsi langsung air siap minum PDAM berdasarkan hasil kuesioner kepada pelanggan. Rencana pemantauan dan pemeliharaan kualitas air siap minum meliputi

kualitas air, tekanan dan kehilangan air yang ditentukan berdasarkan literatur dan studi kasus penerapan ZAMP pada PDAM lainnya.

Dari aspek operasional, DMA 201 melayani 152 SR dengan pemakaian air pelanggan domestik 228 L/orang/hari. Sistem distribusi hampir kontinu 24 jam dengan kapasitas produksi rata-rata yaitu 18,134 m<sup>3</sup>/jam telah mampu memenuhi pemakaian air pelanggan saat jam puncak yaitu 16,120 m<sup>3</sup>/jam. Tekanan di titik terjauh telah memenuhi kriteria yaitu 11,592 mH<sub>2</sub>O saat jam puncak pemakaian air. Hasil analisis kualitas air 70% dari sampel telah memenuhi persyaratan kualitas air siap minum untuk parameter total *coliform*. Dari aspek pemanfaatan air siap minum di pelanggan, persentase jumlah pelanggan yang mengonsumsi langsung air siap minum dari keran adalah 0%. Namun 73% dari responden berminat mengonsumsi air siap minum apabila PDAM telah menjamin kualitas airnya telah memenuhi syarat untuk dapat langsung diminum sampai keran dalam rumah pelanggan. Rencana pemantauan kualitas air dilakukan secara berkala sesuai PERMENKES serta memasang *Residual Chlorine Monitor* (RCM) dan LCD atau *display* hasil analisis kualitas air di instalasi, Balai RW 03 dan TK Pelangi. Rencana pemantauan tekanan dengan memasang manometer di inlet dan di titik terjauh (kritis) distribusi. Rencana pemantauan kehilangan air dengan melakukan *water audit* setiap bulan.

**Kata kunci : aspek operasional, aspek pemanfaatan, Ngagel Tirto, pemantauan dan pemeliharaan, Zona Air Minum Prima.**

# **Evaluation Of Zona Air Minum Prima (ZAMP) Program In Ngagel Tirto Surabaya**

Name : Dewi Erianik  
NRP : 03211540000037  
Department : Environmental Engineering  
Advisor : Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng

## **ABSTRACT**

Zona Air Minum Prima (ZAMP) is special area where the water that distributed to customers has met the quality standard to be drunk directly without having to be cooked first. PDAM Surya Sembada Surabaya implemented the Zona Air Minum Prima (ZAMP) program starting on May 2018 in Ngagel Tirto by serving 152 house connections. However to implement the ZAMP program in Surabaya, there are various challenges and constrains both from technical and community factors. In additions, distributed potable water should met the requirements, so it will not cause health problems for customers who consume it. Therefore, to find out the condition and how successfull the implementation of ZAMP program, an evaluations of the operational aspects and utilization aspects of potable water for customers of ZAMP program are needed and then determined monitoring and maintenance of water quality plan.

The operational aspects are related to the distribution system, the quality of the distributed water and the pressure on the distribution network based on primary and secondary data. The method that we used in this research was by taking water quality samples with total coliform and residual chlorine parameters as well as measuring the pressure at customer house connections, water quality analysis in laboratory, distribution network analysis with WaterCAD v8i, questionnaires and literature studies. The location of the water sampling point at the customer's house which they were also the respondents of the questionnaires. The utilization aspect relates to the percentage of ZAMP customers who consume potable water of PDAM based on the results of questionnaires. Plans for monitoring and maintaining the quality of potable water include water quality, pressure and water losses that

determined based on the literature and case studies on the application of ZAMP by other PDAMs.

In operational aspect, the DMA 201 serves 152 house connections with 228 L/person/day of domestic water usage. The distribution system is almost continuous for 24 hours with the average production capacity 18,134 m<sup>3</sup>/hour has been able to fulfill the customer water usage during peak hours 16,120 m<sup>3</sup>/hour. The pressure at the farthest point of distribution network has met the criteria of 11,592 mH<sub>2</sub>O during peak hours. The results of water quality analysis is about 70% of water samples have met the quality standard of potable water for total coliform parameters. In utilization of potable water by the customer, the percentage of customers who consume directly potable water from the tap is 0%. However, about 73% of respondents are interested in consuming potable water if the PDAM has guaranteed that the water quality has met the quality standard of potable water until in the tap of customer's house. The water quality monitoring plan is carried out periodically according to the PERMENKES and installing Residual Chlorine Monitor (RCM) and LCD that display the result of water quality analysis in the installation of ZAMP, Citizens Association (RW) hall 03 and Pelangi Kids Kindergarten. The pressure monitoring plan is installing a manometer in the inlet and the farthest (critical) point of distribution network. The water losses monitoring plan is conducting a water audit every month.

**Keywords: monitoring and maintenance, Ngagel Tirto, operational aspect, utilization aspect, Zona Air Minum Prima.**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan karuniaNya tugas akhir dengan judul “Evaluasi Program Zona Air Minum Prima (ZAMP) di Ngagel Tirto Surabaya” dapat penulis selesaikan. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dalam pengerjaan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan beberapa pihak yaitu keluarga, civitas akademika, dan teman-teman.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng selaku dosen pembimbing mata kuliah Tugas Akhir yang telah banyak membantu dan membimbing selama proses pengerjaan Tugas Akhir,
2. Bapak Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc., Ph.D., Bapak Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE,M.Sc,Ph.D, Bapak Adhi Yuniarto, ST., MT., dan Bapak Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, M.T. selaku dosen pengarah yang telah memberikan saran dan masukan pada tugas akhir ini,
3. Ibu Devona Chandrawaty, ST. selaku pembimbing lapangan dan seluruh pihak PDAM Surya Sembada Kota Surabaya yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini,
4. Kedua orangtua yang selalu memberikan doa dan dukungan,
5. Munadhia, Dhienna, Indah, dan Shafira yang membantu dan menemani saat pengambilan data di lapangan,
6. Seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan bantuan kepada penulis.

Dalam penulisan tugas akhir ini telah diusahakan semaksimal dan sebaik mungkin, namun tentunya masih terdapat keterbatasan dan kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna perbaikan di kemudian hari.

Surabaya, Juni 2019  
Penulis

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Ruang Lingkup .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Zona Air Minum Prima (ZAMP).....	5
2.2 Kebutuhan Air .....	7
2.3 Fluktuasi Kebutuhan Air .....	8
2.4 Sistem Distribusi Air Minum .....	9
2.4.1 Sistem Jaringan Induk Distribusi.....	9
2.4.2 Jenis Pipa.....	12
2.4.3 Perlengkapan Pendukung Distribusi.....	14
2.5 Kehilangan Air .....	16
2.5.1 Kehilangan Air Fisik ( <i>Real Losses</i> ).....	17
2.5.2 Kehilangan Air NonFisik ( <i>Apparent Losses</i> ) .....	17
2.6 Tekanan pada Jaringan Distribusi .....	17

2.7	Analisa Jaringan dengan Distribusi Air Minum dengan <i>Software</i> WaterCAD v8i .....	18
2.8	Persyaratan Kualitas Air Minum .....	19
2.9	Persepsi dan Kepuasan Pelanggan .....	26
2.10	Skala <i>Likert</i> .....	28
2.11	Metode Perhitungan Sampel.....	28
<b>BAB 3 GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI .....</b>		<b>31</b>
3.1	Gambaran Umum PDAM Surya Sembada Surabaya..	31
3.2	Gambaran Umum Wilayah Studi.....	37
3.4	Instalasi Pengolahan ZAMP di Ngagel Tirto .....	44
<b>BAB 4 METODE PENELITIAN .....</b>		<b>55</b>
4.1	Umum .....	55
4.2	Kerangka Penelitian .....	55
4.3	Tahapan Penelitian .....	57
4.3.1	Ide Studi .....	57
4.3.2	Studi Pustaka .....	57
4.3.3	Lokasi Penelitian .....	58
4.3.4	Perijinan .....	58
4.3.5	Pengumpulan Data .....	58
4.3.6	Analisis dan Pembahasan.....	66
4.3.7	Kesimpulan dan Saran.....	71
<b>BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>73</b>
5.1	Evaluasi Operasional Zona Air Minum Prima (ZAMP) di Ngagel Tirto Surabaya .....	73
5.1.1	Unit Distribusi .....	73
5.1.2	Unit Pelayanan .....	106

5.2	Evaluasi Pemanfaatan Air Siap Minum oleh Pelanggan Zona Air Minum Prima (ZAMP) di Ngagel Tirto Surabaya .....	133
5.2.1	Kondisi Eksisting Pemanfaatan Air Siap Minum ...	133
5.2.2	Penghematan Pengeluaran Apabila Beralih Menggunakan Air Siap Minum PDAM .....	138
5.2.3	Potensi Pemanfaatan Air siap Minum PDAM di Ngagel Tirto.....	143
5.3	Rencana Pemantauan dan Pemeliharaan Kualitas Air .....	150
5.3.1	Rencana Pemantauan dan Pemeliharaan Kualitas Air Siap Minum untuk Parameter Total Coliform dan Sisa Klor .....	150
5.3.2	Rencana Pemantauan dan Pemeliharaan Tekanan Air .....	153
5.3.3	Rencana Pemantauan dan Pemeliharaan Kehilangan Air .....	154
<b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>159</b>
6.1	Kesimpulan .....	159
6.2	Saran.....	159
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>161</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>171</b>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>		<b>213</b>

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 (a) Sistem Jaringan Induk Distribusi Cabang .....	10
Gambar 2. 2 Penempatan PCA.....	16
Gambar 2. 3 Peta DMA Zona Air Minum Prima (ZAMP) Ngagel Tirto .....	43
Gambar 3. 1 Peta Pelayanan Instalasi Produksi PDAM Surya Sembada Kota Surabaya.....	35
Gambar 3. 2 Peta Jaringan Distribusi Kota Surabaya .....	36
Gambar 3. 3 Peta Lokasi Studi .....	39
Gambar 3. 4 Peta Lokasi Studi dan Jumlah Pelanggan .....	41
Gambar 3. 5 Skema Proses Pengolahan Program ZAMP PDAM Surya Sembada Kota Surabaya .....	44
Gambar 3. 6 Diagram Alir Proses Pengolahan di Instalasi ZAMP (Saat Proses Filtrasi) .....	45
Gambar 3. 7 Diagram Alir Proses Pengolahan di Instalasi ZAMP (Saat Proses <i>Backwah &amp; Air Bubbling</i> ) .....	47
Gambar 3. 8 Diagram Alir Proses Pengolahan di Instalasi ZAMP (Saat Proses <i>Clean In Place/CIP</i> ).....	49
Gambar 4. 1 Kerangka Penelitian .....	57
Gambar 4. 2 Peta Pembagian Jumlah Sampel berdasarkan Area pada DMA 201 (Ngagel Tirto) .....	61
Gambar 4. 3 Pengambilan Data Kuesioner dengan Wawancara pada Responden.....	63
Gambar 4. 4 Pengambilan Sampel Air.....	64
Gambar 4. 5 Gambar Saat Melihat Nilai Sisa Klor .....	65
Gambar 4. 6 Pengukuran Tekanan di Keran Depan Rumah Pelanggan.....	66
Gambar 4. 7 Contoh Data Pipa dari Sistem Informasi Geografis PDAM Kota Surabaya .....	68
Gambar 5. 1 Kapasitas Produksi Air Siap Minum PDAM Surya Sembada Kota Surabaya Bulan Desember 2018 hingga Bulan Februari 2019.....	74
Gambar 5. 2 Persentase Jumlah SR Berdasarkan Kelompok Tarif Air PDAM .....	76
Gambar 5. 3 Fluktuasi Rata-rata Debit Pemakaian Air Pelanggan ZAMP di DMA 201 .....	79
Gambar 5. 4 Fluktuasi Rata-rata Faktor Pemakaian Air Pelanggan ZAMP di DMA 201 .....	80

Gambar 5. 5 Tangki <i>Stainless Steel</i> Merek Ruifeng .....	90
Gambar 5. 6 <i>Flow Meter</i> .....	92
Gambar 5. 7 Alat Manometer yang Terpasang pada Inlet Jaringan .....	93
Gambar 5. 8 Hubungan Tekanan pada Inlet Jaringan dan Debit Pemakaian Air Selama bulan Desember 2018 Hingga Februari 2019.....	96
Gambar 5. 9 Pemodelan Sistem Jaringan Pipa Eksisting ZAMP di DMA 201 Ngagel Tirto dengan Software WaterCAD V8i .....	99
Gambar 5. 10 Grafik Fluktuasi Tekanan TK-1.....	103
Gambar 5. 11 Grafik Fluktuasi Tekanan TK 2.....	104
Gambar 5. 12 Perbandingan Tekanan pada Jaringan Antara Hasil Simulasi Menggunakan WaterCAD v8i dengan Hasil Pengukuran Langsung pada Keran Pelanggan di DMA 201 .....	105
Gambar 5. 13 Persentase Usia Rumah Responden Pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto Surabaya .....	110
Gambar 5. 14 Persentase Jenis Pipa yang Digunakan di Rumah Responden Pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto Surabaya .....	111
Gambar 5. 15 Persentase Pernah Tidaknya Dilakukan Pergantian atau Perbaikan Pipa di Rumah Responden Pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto Surabaya .....	112
Gambar 5. 16 Persentase Kepemilikan Tandon Rumah Responden Pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto Surabaya .....	113
Gambar 5. 17 Distribusi Sisa Klor di Pelanggan ZAMP Bulan Maret 2019 .....	115
Gambar 5. 18 Distribusi Total <i>Coliform</i> di Pelanggan ZAMP Bulan Maret 2019.....	116
Gambar 5. 19 Nilai Sisa Klor terhadap Total <i>Coliform</i> .....	117
Gambar 5. 20 Penurunan Sisa Klor Terhadap Jarak Titik Sampling dengan Reservoir .....	118
Gambar 5. 21 Persentase Kualitas Air Berdasarkan Bau .....	121
Gambar 5. 22 Persentase Kualitas Air Berdasarkan Kekeuhannya .....	122
Gambar 5. 23 Persentase Frekuensi Terjadinya Sakit Diare pada Pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto.....	122

Gambar 5. 24	Presentase Kontinuitas Aliran ZAMP di Ngagel Tirto Surabaya.....	123
Gambar 5. 25	Persentase Kondisi Tekanan Aliran Air ZAMP di Ngagel Tirto Surabaya .....	124
Gambar 5. 26	Persentase Kepuasan Pelanggan Terhadap Kualitas Air Siap Minum yang Didistribusikan ke Pelanggan ZAMP .....	128
Gambar 5. 27	Persentase Tingkat Kepuasan Responden Pelanggan ZAMP Terhadap Kontinuitas Pengaliran Program ZAMP di Ngagel Tirto.....	129
Gambar 5. 28	Persentase Tingkat Kepuasan Responden Pelanggan ZAMP Terhadap Kuantitas Pengaliran Program ZAMP di Ngagel Tirto.....	131
Gambar 5. 29	Persentase Pengetahuan Pelanggan Terhadap Adanya Program ZAMP .....	133
Gambar 5. 30	Persentase Sumber Informasi Tentang Program ZAMP .....	134
Gambar 5. 31	Persentase Sumber Pemakaian Air Untuk Dikonsumsi Sehari-hari Pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto .....	135
Gambar 5. 32	Persentase Jumlah Air Minum dalam Kemasan atau Galon yang Dikonsumsi Pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto .....	135
Gambar 5. 33	Persentase Jumlah Responden yang Menggunakan Air PDAM Untuk Kegiatan Memasak ZAMP di Ngagel Tirto .....	136
Gambar 5. 34	Persentase Cara Konsumsi Air Sehari-hari Sebelum Diminum Pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto .....	136
Gambar 5. 35	Persentase Alasan Responden Tidak Menggunakan Air PDAM Sebagai Sumber Air Minum untuk Dikonsumsi Pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto.....	137
Gambar 5. 36	Contoh Perhitungan Biaya Pemakaian Air .....	139
Gambar 5. 37	Persentase Minat Responden Memanfaatkan Air siap Minum PDAM Untuk Dikonsumsi Sehari-Hari .....	144
Gambar 5. 38	Persentase Alasan Responden Tidak Berminat Memanfaatkan Air PDAM Untuk Dikonsumsi Sehari-Hari.....	145
Gambar 5. 39	<i>Residual Chlorine Monitor</i> .....	150

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar Pemakaian Air Minum Berdasarkan Kategori Kota .....	7
Tabel 2. 2 Standar Pemakaian Air Minum Berdasarkan Fasilitas.	8
Tabel 2. 3 Tabel Persyaratan Kualitas Air Minum .....	21
Tabel 2. 4 Jumlah dan Frekuensi Pengambilan Sampel Air Minum .....	23
Tabel 2. 5 Dampak dari Beberapa Tingkat Level Konsentrasi Klorin Terhadap Kesehatan Manusia .....	26
Tabel 3. 1 Kapasitas Produksi PDAM Surya Sembada Surabaya .....	31
Tabel 3. 2 Spesifikasi Alat Pengolahan ZAMP di Ngagel Tirto ...	52
Tabel 4. 1 Jumlah Responden <i>Sampling</i> Kuesioner Evaluasi Program ZAMP .....	60
Tabel 5. 1 Klasifikasi Pelanggan dan Tarif Air Minum PDAM Surya Sembada Kota Surabaya .....	77
Tabel 5. 2 Fluktuasi Rata-rata Pemakaian Air Pelanggan ZAMP di DMA 201 Bulan Desember 2018 sampai Februari 2019 .....	78
Tabel 5. 3 Jumlah Air yang Didistribusikan dan Jumlah Air yang Tercatat dalam Rekening Tagihan Pelanggan ZAMP Bulan Desember 2018 sampai Februari 2019.....	85
Tabel 5. 4 Perhitungan Kapasitas Tangki Penampung Hasil Produksi Apabila Gangguan Intalasi Terjadi Saat Jam Pemakaian Air Minimum.....	87
Tabel 5. 5 Perhitungan Kapasitas Tangki Penampung Hasil Produksi Apabila Gangguan Intalasi Terjadi Saat Jam Pemakaian Air Maksimum.....	88
Tabel 5. 6 Data Jaringan Pipa Distribusi ZAMP di Ngagel Tirto	.91
Tabel 5. 7 Data Rata-Rata Tekanan pada Inlet Jaringan Distribusi Selama Bulan Desember 2018 hingga Februari 2019 .....	95
Tabel 5. 8 Hasil Pengukuran Tekanan di DMA 201 Ngagel Tirto	97
Tabel 5. 9 Perbandingan Tekanan pada Jaringan Antara Hasil Simulasi Menggunakan WaterCAD v8i dengan Hasil Pengukuran Langsung pada Keran Pelanggan di DMA 201 .....	104

Tabel 5. 10 Karakteristik Pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto Surabaya .....	107
Tabel 5. 11 Interpretasi Nilai Skala <i>Likert</i> .....	127
Tabel 5. 12 Hasil Perhitungan <i>Likert</i> Kepuasan Pelanggan terhadap Kualitas Air Siap Minum .....	128
Tabel 5. 13 Hasil Perhitungan <i>Likert</i> Kepuasan Pelanggan Terhadap Kontinuitas Air Yang Didistribusikan .....	130
Tabel 5. 14 Hasil Perhitungan <i>Likert</i> Kepuasan Pelanggan Terhadap Kuantitas Air Yang Didistribusikan .....	131
Tabel 5. 15 Rekapitan Hasil Perhitungan <i>Likert</i> Kepuasan Pelanggan Terhadap Kondisi Pelayanan PDAM.....	132
Tabel 5. 16 Perhitungan Biaya Tagihan Air PDAM Setelah Penggunaan Air Siap Minum PDAM .....	140
Tabel 5. 17 Persentase Penghematan Pengeluaran Per Bulan Setelah Beralih dari Penggunaan Air Galon Isi Ulang Resmi Menjadi Air Siap Minum PDAM .....	141
Tabel 5. 18 Persentase Penghematan Pengeluaran Per Bulan Setelah Beralih dari Penggunaan Air Galon Isi Ulang Depot Air Minum Menjadi Air Siap Minum PDAM ...	142
Tabel 5. 19 Perbandingan Persentase Penghematan Pengeluaran Per Bulan Setelah Beralih Dari Penggunaan Air Galon Isi Ulang Resmi Dan Air Galon Isi Ulang Depo Menjadi Air Siap Minum PDAM .....	143
Tabel 5. 20 Kecenderungan Minat terhadap Air Siap Minum PDAM berdasarkan Karakteristik Responden .....	146

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Prosedur Analisis Kualitas Air .....	171
Lampiran 2 Data Hasil Analisis Kualitas Air .....	173
Lampiran 3 Lembar Kuesioner .....	179
Lampiran 4 Data Rekapitan Hasil Kuesioner .....	183
Lampiran 5 Data Hasil Analisis Jaringan dengan WaterCAD v8i .....	193
Lampiran 6 Peta dan Gambar .....	1937

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam rangka memenuhi target rencana pembangunan jangka menengah nasional (RPJMN) Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat yang dikenal 100-0-100 terutama 100% akses air minum, saat ini PERPAMSI (Persatuan Perusahaan Air Minum Seluruh Indonesia) bekerja sama dengan USAID (*United States Agency for International Development*) membantu PDAM di Indonesia melakukan inovasi guna meningkatkan pelayanan air minum kepada pelanggan (Pasaribu, 2005). Salah satu bentuk upaya peningkatan pelayanan pelanggan PDAM Surya Sembada Kota Surabaya yang tertuang dalam Revisi Rencana Induk Sistem Penyediaan Air minum (RISPAM) Kota Surabaya tahun 2014 adalah penerapan program zona air minum prima atau selanjutnya disebut ZAMP dimana air yang didistribusikan kepada pelanggan telah memenuhi persyaratan untuk dapat langsung diminum tanpa harus dimasak terlebih dahulu (Gumilar, 2015). Program ZAMP ini mengembalikan lagi fungsi PDAM sebagai perusahaan penyedia air minum karena pelayanan PDAM eksisting hanya menyediakan air bersih (Haq dan Masduqi, 2014).

PDAM Surya Sembada Kota Surabaya menerapkan program ZAMP di Ngagel Tirta mulai bulan Mei 2018 dengan melayani 152 sambungan rumah. Namun dalam menerapkan program ZAMP di Surabaya, terdapat berbagai tantangan dan kendala baik dari faktor teknis maupun dari faktor masyarakat. Tantangan dari faktor masyarakat yaitu keraguan masyarakat akan kualitas air yang didistribusikan oleh PDAM. Hal ini disebabkan terjadi beberapa kasus dimana air PDAM yang sampai ke rumah pelanggan masih keruh, berbau dan terdapat endapan. Sehingga untuk pemenuhan kebutuhan air minum, masyarakat bergantung pada air isi ulang maupun air minum dalam kemasan (Sugiharto, 2015). Sedangkan dengan pemakaian air siap minum PDAM sebenarnya dapat menghemat pengeluaran karena harganya lebih terjangkau bila dibandingkan dengan air minum dalam kemasan sehingga akan sangat membantu perekonomian masyarakat

terutama masyarakat dengan pendapatan menengah ke bawah. Sebagai perbandingan, harga untuk 1 galon isi ulang resmi air minum kemasan terkemuka di Indonesia berisi 19 L adalah Rp 17.000,00. Sedangkan harga 1 galon air isi ulang depo air minum terkemuka di Surabaya berisi 19 L adalah Rp 5000,00. Sementara harga air pada program ZAMP saat ini masih sama dengan tarif air PDAM biasanya. Selama ini pihak PDAM belum pernah melakukan kajian penerimaan air siap minum yang telah didistribusikan ke pelanggan ZAMP. Tantangan dari faktor teknis adalah untuk menyalurkan air siap minum memerlukan sistem distribusi khusus dengan banyak kriteria yang harus dipenuhi dan *maintenance* yang lebih rumit. Sejak dibentuknya DMA baru di Ngagel Tirto, belum pernah dilakukan analisis jaringan.

Oleh karena itu untuk mengetahui kondisi dan keberhasilan dari penerapan program ZAMP diperlukan evaluasi secara berkala. Studi kasus akan dilakukan di Ngagel Tirto yaitu di DMA 201. Pada penelitian ini, evaluasi yang dilakukan berdasarkan aspek operasional dan aspek pemanfaatan. Aspek operasional yang dikaji meliputi sistem distribusi, kualitas air siap minum yang didistribusikan dan tekanan pada jaringan. Aspek pemanfaatan terkait persentase pelanggan ZAMP yang mengonsumsi langsung air siap minum PDAM

Dalam program air siap minum, kualitas air yang didistribusikan harus senantiasa memenuhi persyaratan kualitas air minum agar tidak menimbulkan gangguan kesehatan, baik secara langsung (jangka pendek) maupun tidak langsung (jangka panjang) (Said dan Widayat, 2001). Oleh karena itu diperlukan rencana pemantauan dan pemeliharaan kualitas air agar air yang didistribusikan senantiasa memenuhi standar air minum sehingga aman untuk dikonsumsi pelanggan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang menjadi dasar penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana operasional Zona Air Minum Prima (ZAMP) di Ngagel Tirto?
2. Bagaimana pemanfaatan air siap minum yang telah didistribusikan ke pelanggan Zona Air Minum Prima (ZAMP)?

3. Bagaimana pemantauan dan pemeliharaan kualitas air siap minum agar dapat diterima pelanggan dengan memenuhi standar kualitas air minum?

### **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengevaluasi operasional Zona Air Minum Prima (ZAMP) di Ngagel Tirto.
2. Mengevaluasi pemanfaatan air siap minum yang telah didistribusikan ke pelanggan Zona Air Minum Prima (ZAMP).
3. Menentukan rencana pemantauan dan pemeliharaan kualitas air siap minum agar dapat diterima pelanggan dengan memenuhi standar kualitas air minum.

### **1.4 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Wilayah studi evaluasi program ZAMP di Ngagel Tirto Surabaya.
2. Data yang digunakan adalah data primer yang diperoleh dari penelitian langsung di lapangan dan data sekunder yang diambil dari instansi terkait.
3. Aspek operasional meliputi sistem distribusi, kualitas air siap minum yang didistribusikan ke pelanggan dan tekanan pada jaringan.
4. Aspek pemanfaatan yang dikaji terkait persentase pelanggan ZAMP yang mengonsumsi langsung air siap minum PDAM.
5. Analisis kualitas air siap minum dengan parameter total *coliform* dan sisa klor dibandingkan dengan persyaratan kualitas air minum dalam PERMENKES RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 dan PERMENKES RI Nomor 736/MENKES/PER/VI/2010.
6. Pengambilan sampel kualitas air, tekanan dan kuesioner dilakukan di sambungan rumah pelanggan yang telah dilayani program Zona Air Minum Prima (ZAMP).
7. Pengujian kualitas air minum dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITS.

8. Rencana pemantauan dan pemeliharaan kualitas air siap minum meliputi kualitas, tekanan dan kehilangan air.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah memperoleh informasi mengenai kondisi dari penerapan program ZAMP ditinjau dari segi aspek operasional dan aspek pemanfaatan. Selain itu, penelitian ini diharapkan sebagai acuan atau masukan untuk mengatasi permasalahan penerapan program ZAMP di Ngagel Tirto sehingga dapat meningkatkan kualitas pelayanan.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Zona Air Minum Prima (ZAMP)

Zona Air Minum Prima (ZAMP) merupakan kawasan (zona) khusus pelayanan PDAM dimana kualitas air yang dialirkan ke pelanggan di kawasan tersebut siap minum sesuai standar kualitas siap minum yang ditetapkan dalam PERMENKES RI Nomor 736/MENKES/PER/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Siap Minum dan PERMENKES RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum sehingga air yang keluar dari keran langsung dapat diminum tanpa dimasak terlebih dahulu (Gumilar, 2015). Sedangkan menurut Riduan dkk (2017), ZAMP merupakan wilayah khusus untuk air siap minum sehingga air yang disalurkan ke pelanggan tersebut telah memenuhi syarat kualitas air siap minum sehingga dapat langsung dapat diminum tanpa dimasak terlebih dahulu. Menurut Allen (2004) dalam Haq dan Masduqi (2014), kriteria pemilihan area pelayanan program ZAMP dapat ditentukan sebagai berikut:

1. Jaringan pipa distribusi PDAM pada zona tersebut relatif baru, kondisi sangat baik dan terpisah dari jaringan pipa lain untuk mempermudah pengawasan.
2. Pengaliran selama 24 jam, ada *alternative supply* dan tekanan harus cukup baik.
3. Air baku yang diolah berasal dari mata air, sehingga kualitas yang dihasilkan sehat dan aman.
4. Terdapat proses sterilisasi lanjutan pada sistem distribusi yang mampu diterima pelanggan.

Zona Air Minum Prima (ZAMP) memiliki tiga parameter yang harus dipenuhi yaitu kuantitas, kualitas dan kontinuitas. Kuantitas air berarti jumlah air yang tersedia. Persyaratan kuantitas dapat ditinjau dari debit yang dialirkan ke konsumen sesuai dengan kebutuhan air (Ningrum, 2014). Penyediaan air minum ditinjau dari jumlah atau kuantitas air yang dibutuhkan manusia dapat memenuhi jumlah air bersih minimal yang diperlukan untuk aktivitas dasar sehari-hari. Persepsi pelanggan terhadap

pelayanan kuantitas lebih dinyatakan pada lemah atau kuatnya tekanan air (Setyawan dkk, 2013).

Kualitas air bersih adalah kondisi kualitatif air yang diukur dan/atau diuji berdasarkan parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku sesuai standar persyaratan kualitas air minum. Kualitas air dapat dinyatakan dengan parameter kualitas air meliputi parameter fisik, kimia, dan mikrobiologis (Masduqi, 2009). Pada program air siap minum dikatakan terjamin kualitasnya karena berbagai alasan sebagai berikut:

1. Sumber air yang digunakan merupakan air yang terlindungi dari pencemar sehingga parameter pencemarnya rendah.
2. Air yang didistribusikan ke pelanggan telah melalui proses desinfeksi yang dapat membunuh mikroorganisme dan bakteri patogen sehingga kualitas air telah memenuhi syarat kualitas air minum. Selain itu, kualitas air yang didistribusikan juga dipantau secara rutin oleh pihak laboratorium terkait.
3. Jaringan pipa distribusi menggunakan jaringan pipa yang telah ada dengan pipa yang relatif baru dan berkualitas sehingga tidak mudah bocor dan berkarat.
4. Jaringan distribusi air siap minum ini dibedakan dengan jaringan distribusi air lainnya untuk mempermudah dalam pemantauan dan mencegah masuknya pencemar.
5. Jaringan distribusi dibersihkan secara rutin.
6. Tekanan air yang didistribusikan terjaga kestabilannya (Haq dan Masduqi, 2014).

Persepsi pelanggan terhadap kualitas air hanya pada parameter fisik yang meliputi bau, rasa, warna dan kekeruhan yang dapat diterjemahkan oleh indra manusia sehingga responden dapat memberikan penilaian. Air dengan kualitas baik akan dinilai secara fisik menunjukkan kondisi tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna dan tidak keruh (Setyawan dkk, 2013). Sedangkan kontinuitas air adalah air yang dialirkan ke pelanggan terus menerus tidak terkecuali dan ada pemantauan dari pihak PDAM untuk menjaga aliran selalu tersedia selama 24 jam (Solihin, 2017).

Menurut Pasaribu (2005), keuntungan ZAMP bagi kosumen antara lain:

1. Sehat, karena air yang didistribusikan telah melalui berbagai tahapan pengolahan sehingga terbebas dari mikroorganisme dan bakteri patogen.
2. Aman, karena air yang didistribusikan melalui jaringan perpipaan yang aman dan terjaga dari pencemaran sampai dengan meter pelanggan.
3. Praktis, karena masyarakat langsung dapat minum dari keran air.
4. Hemat, karena jika dibandingkan dengan air kemasan, isi ulang maupun alat pengolah air rumah tangga harganya relatif lebih murah.

## 2.2 Kebutuhan Air

Dalam pelayanan air minum, kebutuhan air dibedakan menjadi kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non-domestik.

### 1. Kebutuhan Domestik (Qd)

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air minum untuk pemenuhan kegiatan sehari-hari atau rumah tangga seperti untuk minum, memasak, mandi, cuci dan lain-lain. Standar pemakaian air minum domestik dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Standar Pemakaian Air Minum Berdasarkan Kategori Kota

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pemakaian Air (L/orang/hari)
1	Metropolitan	>1000000	190
2	Kota Besar	500000-1000000	170
3	Kota Sedang	100000-500000	150
4	Kota Kecil	20000-100000	130
5	Desa	10000-20000	100
6	Desa Kecil	3000-10000	60

Sumber : Permen PU No. 18/PRT/M/2007

Rumus untuk mengetahui kebutuhan air domestik adalah sebagai berikut :

Rumus :

$$Q_d = M_n \times S \dots\dots\dots 2.1$$

Keterangan :

$M_n$  = Jumlah penduduk

$S$  = Standar pemakaian air/orang/hari

## 2. Kebutuhan Non-Domestik ( $Q_{nd}$ )

Kebutuhan air non-domestik berasal dari fasilitas umum dan industri suatu daerah. Namun jika daerah tersebut tidak terdapat industri, maka kebutuhan air non-domestik hanya berasal dari fasilitas umum. Fasilitas umum meliputi sekolah, tempat ibadah, fasilitas kesehatan dan pasar. Standar pemakaian air minum fasilitas non-domestik dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Standar Pemakaian Air Minum Berdasarkan Fasilitas

No	Kategori Kota	Satuan	Pemakaian Air
1	Sekolah	L/murid/hari	10
2	Puskesmas	L/unit/hari	1200
3	Masjid	L/unit/hari	3000
4	Pasar	L/unit/hari	12000

Sumber: Permen PU No. 18/PRT/M/2007

Rumus untuk mengetahui kebutuhan air non-domestik adalah sebagai berikut :

Rumus :

$$Q_{nd} = F \times S \dots\dots\dots 2.2$$

Keterangan :

$F$  = Jumlah fasilitas

$S$  = Standar pemakaian air /fasilitas

## 2.3 Fluktuasi Kebutuhan Air

Variasi perubahan pemakaian air oleh konsumen dari waktu ke waktu secara periodik disebut fluktuasi pemakaian air. Fluktuasi pemakaian air yang terjadi di pelanggan tergantung pada aktivitas penggunaan air dalam keseharian masyarakat.

Adapun kriteria tingkat kebutuhan air pada masyarakat dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Kebutuhan harian rata-rata ( $Q_h$ )

Kebutuhan harian rata-rata untuk keperluan domestik dan non-domestik termasuk kehilangan air. Kebutuhan harian rata-rata per orang per hari dihitung dari pemakaian air setiap jam selama 24 jam.

2. Kebutuhan air jam maksimum ( $Q_{peak}$ )

Kebutuhan air jam maksimum adalah kuantitas air terbesar pada saat jam tertentu dalam satu hari.  $Q_{peak}$  digunakan sebagai dasar untuk mendesain sistem distribusi air sehingga dapat mengoptimalkan produksi air dan meningkatkan pelayanan (Red, 1993 dalam Syahputra, 2006). Waktu terjadinya kebutuhan jam maksimum adalah pukul 06.00-08.00 pada pagi hari dan pukul 15.00-17.00 pada sore hari (Syahputra, 2006). Kebutuhan air jam maksimum dirumuskan sebagai berikut:

Rumus :

$$Q_{peak} = \text{faktor jam puncak} \times Q_h \dots\dots\dots 2.3$$

Keterangan :

Faktor jam maksimum = 150%-200%

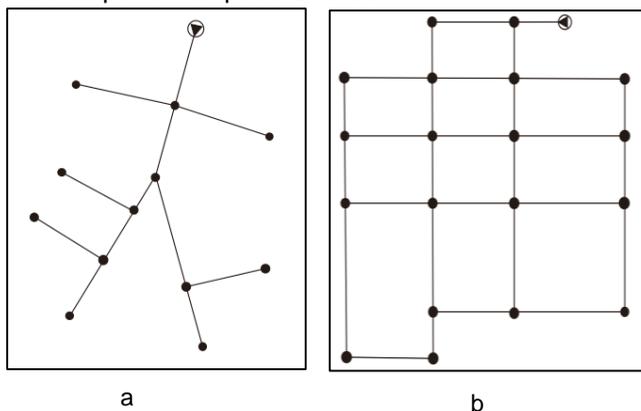
## 2.4 Sistem Distribusi Air Minum

### 2.4.1 Sistem Jaringan Induk Distribusi

Menurut Joko (2010), sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui sistem perpipaan dari bangunan pengolahan (reservoir) ke daerah pelayanan (konsumen). Sistem jaringan induk distribusi yang dipakai dalam pendistribusian air bersih ada dua macam, yaitu sistem cabang (*branch*) dan sistem melingkar (*loop*). Sistem cabang adalah sistem jaringan perpipaan dimana pengaliran air hanya menuju ke satu arah dan pada setiap ujung pelayanan terdapat titik mati (*dead end*). Sistem cabang ini biasanya diterapkan pada daerah yang tipe perkembangannya ke arah memanjang dan keadaan

topografi dengan kemiringan medan menuju ke satu arah. Kelebihan sistem ini adalah sistem lebih sederhana sehingga menggunakan lebih sedikit pipa. Kerugian dari sistem ini adalah terjadinya penimbunan kotoran dan pengendapan di ujung pipa sehingga perlu pembersihan secara berkala dan keseimbangan sistem kurang terjamin terutama pada titik kritis serta suplai air akan terganggu apabila terjadi kebakaran atau kerusakan pada salah satu bagian sistem.

Sistem melingkar adalah sistem jaringan perpipaan dimana jaringan pipa induk distribusi saling berhubungan satu dengan yang lain membentuk *loop-loop*, sehingga tidak ada titik mati (*dead end*). Sistem melingkar ini biasanya diterapkan pada daerah yang mempunyai jaringan jalan berhubungan, tipe perkembangan daerahnya menuju ke segala arah, dan daerah topografi relatif datar. Kelebihan dari sistem ini adalah endapan dapat dihindari karena dapat disirkulasi dengan bebas dan keseimbangan aliran mudah tercapai. Kerugian dari sistem ini adalah sistem perpipaan lebih rumit serta perpipaan dan perlengkapan pipa yang dibutuhkan relatif banyak. Ilustrasi sistem jaringan induk distribusi dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 (a) Sistem Jaringan Induk Distribusi Cabang  
(b) Sistem Jaringan Induk Distribusi

Bentuk jaringan perpipaan ZAMP di DMA 201 berupa sistem cabang (*branch*) dimana pengaliran air hanya menuju ke satu arah dan pada setiap ujung pelayanan terdapat titik mati (*dead end*). Menurut Haq dan Masduqi (2014), dalam pembentukan ZAMP dilakukan pembagian zona yang bertujuan untuk mengontrol dan mengetahui keluar masuknya air dalam suatu sistem serta meminimisasi kebocoran air. *District Meter Area* atau yang selanjutnya disebut DMA dibentuk dari zona yang dibagi menjadi wilayah yang lebih kecil. *Valve* juga diperlukan untuk menciptakan jaringan distribusi yang dapat diisolasi, sehingga penanganan kehilangan air lebih mudah.

Menurut Farley *et al.* (2008), kriteria pembentukan DMA adalah sebagai berikut:

- Bentuk DMA (misalnya jumlah sambungan, umumnya antara 1000 sampai 2500 sambungan).
- Jumlah katub yang harus ditutup untuk mengisolasi DMA.
- Jumlah meter air untuk mengukur air masuk dan air keluar (semakin sedikit meter air yang diperlukan, semakin kecil biaya pembentukannya).
- Variasi permukaan tanah dan dengan demikian tekanan-tekanan di dalam DMA (semakin datar kawasannya, semakin stabil tekanan yang ada dan semakin mudah untuk membentuk kendali tekanan).
- Ciri-ciri topografis yang mudah terlihat yang bisa menjadi batas-batas untuk DMA, seperti sungai, saluran pembuangan air, jalan kereta api, jalan raya, dsb.

Pemilihan metode DMA dapat diaplikasikan pada tipe pemukiman domestik dan non-domestik yang memprioritaskan deteksi kebocoran. Metode DMA sebaiknya berada pada aliran air masuk tunggal (*input tunggal*). Namun jika *input* aliran lebih dari satu, metode ini tetap bisa diterapkan apabila semua *input* diukur dengan benar. DMA akan lebih efektif jika memiliki kelengkapan perangkat sehingga pengukuran seperti meter induk, meter pelanggan, *gate valve*, dan peralatan penunjang lainnya dimiliki oleh wilayah zona (Putra dkk, 2014).

Menurut Revisi Rencana Induk Sistem Penyediaan Air minum (RISPAM) Kota Surabaya tahun 2014, tahapan pembentukan DMA di Surabaya direncanakan sebagai berikut :

- **Identifikasi Kondisi Eksisting**  
Setelah ditentukan daftar prioritas DMA yang akan dibentuk melalui kriteria yang ditetapkan melalui SOP, dilakukan survei kondisi *valve*, *strainer*, dan *chamber*. Pekerjaan yang dilakukan dapat berupa *test hole* penyelidikan *valve*, dan sebagainya. Data-data tersebut nantinya diperlukan untuk pembuatan Buku Pedoman DMA.
- **Identifikasi Kebutuhan *Network Improvement***  
Setelah dilakukan identifikasi kondisi eksisting, dilakukan analisa kebutuhan *network improvement* seperti pemasangan luventil (*tapping pressure*), injeksi pipa, penutupan koneksi pipa jaringan, penggantian meter air, *strainer* atau aksesoris lainnya. Dilakukan analisa *hydraulic modelling* jika diperlukan.
- ***Proving Zone***  
*Proving Zone* dilakukan untuk memastikan bahwa suplai aliran ke dalam DMA hanya berasal dari pipa *feeder* yang nantinya akan dipasang meter induk. Koneksi dengan DMA lain harus ditutup agar NRW dapat dihitung dengan jelas. Prosedur pelaksanaan *proving zone* akan diatur dalam SOP *proving zone*.

#### **2.4.2 Jenis Pipa**

Jenis pipa yang digunakan pada pipa distribusi air minum antara lain:

a. ***Cast Iron Pipe (CIP)***

Jenis pipa ini dibuat dari bahan *grey cast iron* dan merupakan logam kuat dan tahan terhadap korosi. Keuntungan pipa ini adalah kuat, ekonomis karena tahan lama (bisa mencapai 100 tahun), tahan korosi jika dilapisi, mudah disambung dan dapat menahan tekanan tanpa mengalami kerusakan. Sedangkan kerugian penggunaan pipa ini adalah

tidak praktis dalam pengerjaannya, berat, serta bagian dalam lama kelamaan akan menjadi kasar sehingga kapasitas pengangkutan berkurang.

b. *Ductile Iron Pipa (DIP)*

Pipa ini terbuat dari logam sehingga kuat dan berat. Pipa ini jarang digunakan karena harganya yang relatif mahal dan memerlukan perlindungan yang tidak murah. Pipa ini juga tidak dianjurkan pada daerah yang memiliki air tanah tinggi dan asin.

c. *Galvanized Steel (GS)*

Pipa ini terbuat dari besi yang dilindungi dengan *layer zink protective*. Keuntungan penggunaan pipa ini adalah murah, ringan, mudah disambung, tidak mudah rusak akibat pengangkutan kasar serta tahan terhadap tegangan.

d. *Polivinyll Chlorida (PVC)*

Pipa PVC adalah pipa plastik yang terbuat dari gabungan materi *vinyl* yang menghasilkan pipa yang ringan, kuat, tidak berkarat dan tahan lama. Namun pipa PVC ini kurang lentur, sehingga memerlukan banyak *fitting* atau sambungan. Harga pipa PVC relatif murah. Pipa PVC tahan terhadap asam organik, alkali, garam, senyawa organik dan korosi. Pipa ini banyak digunakan untuk penyediaan air dingin di dalam maupun diluar sistem penyediaan air minum dan sistem pembuangan drainase bawah tanah. Terdapat 2 macam pipa PVC yaitu pipa PVC putih dan pipa PVC abu-abu. Pipa PVC putih lebih tahan terhadap sinar UV tetapi tidak kuat menahan lumut. Sebaliknya, PVC abu-abu tahan terhadap lumut tetapi akan menyerap sinar UV sehingga pipa mudah bengkok.

e. *High Density Polyethylen (HDPE)*

Pipa HDPE adalah pipa yang terbuat dari bahan *polyethylene* dengan kepadatan tinggi sehingga jenis pipa yang dihasilkan dapat menahan daya tekan yang lebih tinggi, kuat, lentur dan tahan

terhadap bahan kimia. Pipa HDPE mempunyai karakteristik yang lentur, sehingga mengurangi penggunaan *fitting* atau sambungan. Pipa HDPE juga tidak mempunyai potensi untuk mengkontaminasi air menjadi media tumbuhnya lumut. Namun pipa HDPE harganya lebih mahal dibandingkan pipa PVC.

f. *Poly Ethylene* (PE)

Kelebihan pipa PE yaitu ringan, tahan korosi, elastisitas tinggi sehingga mampu menyerap gelombang tekanan dinamis, fleksibel, tahan terhadap benturan dan tidak mudah pecah atau retak serta mempunyai daya tahan tinggi terhadap bahan kimia. Kekurangan pipa PE adalah dapat mengalami pembesaran dan kerusakan struktur oleh senyawa organik dan anorganik tertentu serta dapat rusak karena bahan pengoksidasi pada konsentrasi tertentu.

### **2.4.3 Perlengkapan Pendukung Distribusi**

Beberapa aksesoris yang umum dipasang dalam jaringan SPAM antara lain :

1. Gate valve

Berfungsi untuk mengontrol aliran dalam pipa. Gate valve dapat menutup suplai air sesuai yang diinginkan dan membagi lainnya di dalam jaringan distribusi. Gate valve diletakkan pada setiap titik persilangan atau cabang, sistem pengurasan dan pipa tekan setelah pompa.

2. Air Valve

Berfungsi untuk melepaskan udara yang selalu ada dalam aliran. Air valve ini dipasang pada setiap bagian jalur pipa tertinggi dan mempunyai tekanan lebih dari 1 atm dimana udara cenderung akan berakumulasi.

3. Blow Off Valve

Blow Off Valve merupakan gate valve yang dipasang pada titik mati atau titik terendah dari suatu jalur pipa. Berfungsi untuk mengeluarkan kotoran-

kotoran yang mengendap dalam pipa serta mengeluarkan air bila ada perbaikan.

#### 4. Check valve

Check valve dipasang bila pengaliran di dalam pipa diinginkan menuju satu arah. Biasanya check valve dipasang pada pipa tekan diantara pompa dan gate valve dengan tujuan menghindari pukulan akibat arus balik yang dapat merusak pada saat pompa mati.

#### 5. Thrust Block

Diperlukan pada pipa yang mengalami beban hidrolik yang tidak seimbang, misalnya pada pergantian diameter, akhir pipa, belokan. Gaya yang terjadi yang harus ditahan oleh thrust block setelah saluran ditimbun dengan tanah dan dipadatkan, sehingga menjamin mampu menahan getaran atau gaya hidrolik atau beban lainnya.

Selain membentuk jaringan distribusi yang bisa diisolasi, dalam proses perencanaan ZAMP perlu menyiapkan perlengkapan untuk kemudahan operasi sistem distribusi ZAMP. Berdasarkan program ZAMP yang telah diterapkan oleh PDAM Malang, fasilitas pendukung tersebut antara lain:

- *Blow off* (1 BO/2000 SR) untuk pembersihan atau mengeluarkan endapan atau pasir di pipa ketika ada perbaikan jaringan pipa.
- *Brant kran* (1 BR/200 SR) yang berfungsi untuk melepaskan udara yang ada pada pipa.
- *Hydrant* (1 hydrant/750 SR) untuk suplai air pemadam kebakaran dan *Residual Chlorine Monitor* (1 RCM/2500 SR) untuk memantau sisa klor pada air yang didistribusikan.

Berdasarkan program ZAMP yang telah diterapkan oleh PDAM Tirta Pakuan Bogor diperlukan juga memasang alat monitoring kualitas air yaitu PCA (*Pre Chlor Analysis*) di beberapa lokasi strategis. *Pre Chlor Analysis* merupakan instrumen yang berfungsi untuk monitoring kualitas air siap

minum sebelum masuk ke dalam sistem jaringan perpipaan di sebuah kawasan ZAMP. Beberapa parameter yang diukur diantaranya adalah sisa klor, pH, kekeruhan dan TDS (PDAM Tirta Pakuan Bogor, 2011).

Sebagai output datanya PCA dihubungkan dengan *Liquid Crystal Display* (LCD) yang diletakkan di beberapa titik strategis sehingga dapat dilihat masyarakat (Amani dan Prawiroredjo, 2016). Dengan adanya alat monitoring ini diharapkan masyarakat tidak ragu lagi ketika akan mengonsumsi air siap minum ini. Gambar penempatan alat PCA dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Penempatan PCA  
 Sumber: PDAM Tirta Pakuan Bogor, 2011.

## 2.5 Kehilangan Air

Kehilangan air dapat diartikan sebagai jumlah total air yang mengalir ke jaringan distribusi air minum dari sebuah instalasi pengolahan air bersih dikurangi dengan jumlah total air yang resmi menjadi rekening dari pelanggan industri dan pelanggan rumah tangga (Farley *et al.*, 2008). Menurut Seminar PERPAMSI dalam Ferijianto (2007), kehilangan air juga dapat diartikan sebagai selisih jumlah air yang didistribusikan dan jumlah air yang diterima pelanggan atau perbedaan antara jumlah air yang dibaca pada meter induk dan jumlah air yang dibaca pada meter pelanggan.

Secara umum, perhitungan untuk mencari persen kehilangan air dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$H = \frac{D-K}{D} \times 100\% \dots \dots \dots 2. 4$$

Dimana :

H = tingkat kehilangan air (%)

D = jumlah air yang didistribusikan ( $m^3$ )

K = jumlah air yang terjual atau jumlah air yang tercatat dalam rekening tagihan ( $m^3$ )

### **2.5.1 Kehilangan Air Fisik (*Real Losses*)**

Kehilangan air fisik adalah kehilangan air yang secara nyata terbuang dari sistem distribusi yang penyebabnya merupakan faktor teknis dan sering terjadi pada sistem penyediaan bersih. Misalnya, karena kelalaian pemasangan dan kualitas pipa yang digunakan sehingga menyebabkan kebocoran pipa (Ferijianto, 2007). Menurut Farley *et al.* (2008), kehilangan air fisik terkadang disebut sebagai kehilangan yang sesungguhnya (*real losses*), yaitu volume kehilangan tahunan melalui semua jenis kebocoran, ledakan dan luapan pada pipa, reservoir pelayanan dan pipa dinas sebelum meter air.

### **2.5.2 Kehilangan Air Non-Fisik (*Apparent Losses*)**

Menurut Ferjianto (2007), kehilangan air non-fisik merupakan kehilangan air yang sebagian besar disebabkan oleh faktor-faktor non teknis yang sulit dilacak maupun ditanggulangi karena menyangkut masalah kompleks baik di dalam maupun di luar PDAM itu sendiri. Kehilangan air non-fisik merupakan kehilangan air yang terpakai tetapi tidak dapat dipertanggungjawabkan penggunaannya karena berbagai alasan. Kehilangan air ini dikategorikan antara lain;

- a. *Commercial Losses*: disebabkan oleh pelanggan yang tidak terdaftar, adanya sambungan ilegal, maupun manipulasi atau penipuan dan lain sebagainya.
- b. *Metering Losses*: disebabkan oleh pembacaan meter air yang salah, tertimbunnya meter air, kesalahan pengujian meter air, dll.

## **2.6 Tekanan pada Jaringan Distribusi**

Pada jaringan distribusi, sisa tekan minimum pada pipa sekunder atau tersier adalah 1 bar atau 10 meter kolom air (mka). Sisa tekan minimum pada pipa induk di titik terjauh harus lebih

besar dari 10 meter. Hal ini bertujuan agar setiap pelanggan mendapatkan suplai air yang cukup. Sedangkan tekanan maksimum tidak boleh melampaui batas maksimum tekanan yang diijinkan pada masing-masing jenis pipa (Suyitno, 2008). Konsep pengaliran pada sistem perpipaan bertekanan menyatakan bahwa jumlah energi di sepanjang pipa antara titik satu dengan titik kedua adalah sama, tekanan energi ini akan berkurang karena adanya gesekan antara zat cair dan dinding pipa yang disebut dengan kehilangan sisa tekan.

Tekanan juga harus dijaga tidak terlalu rendah, karena tekanan yang terlalu rendah akan menyebabkan air terkontaminasi selama aliran dalam pipa distribusi (Safii, 2012). Hubungan antara bakteri *coliform* dengan parameter tekanan dapat dilihat dari kebocoran air karena terjadinya kebocoran air dalam pipa distribusi dapat diketahui dari indikator tekanan pipa dalam jaringan distribusi. Kebocoran air juga dapat terjadi karena rendahnya tekanan yang bisa menimbulkan intrusi terhadap pipa sehingga pipa rusak dan bocor (Fontanaza *et al.*, 2015). Hal inilah yang diindikasikan membawa senyawa-senyawa organik atau substrat yang dapat menumbuhkan bakteri *coliform* dalam sistem perpipaan.

## **2.7 Analisa Jaringan dengan Distribusi Air Minum dengan Software WaterCAD v8i**

Perencanaan sistem jaringan distribusi air minum merupakan suatu perencanaan yang rumit. Penyebab utama rumitnya perencanaan itu dikarenakan banyaknya jumlah proses *trial and error* yang harus dilakukan pada seluruh komponen yang ada pada sistem jaringan distribusi air bersih tersebut. Namun kerumitan tersebut dapat diatasi dengan adanya *software* untuk analisis jaringan yang dapat dilakukan dalam waktu singkat dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil.

Salah satu *software* tersebut adalah WaterCAD v8i. Program WaterCAD v8i merupakan produksi dari *Bentley* tahun 2018 dengan jumlah pipa yang mampu dianalisis tidak terbatas sesuai spesifikasi program yang dipesan. Program ini memiliki tampilan *interface* yang dapat memudahkan pengguna untuk menganalisis jaringan seperti berikut:

1. Menganalisis sistem jaringan distribusi air pada satu kondisi waktu.
2. Menganalisis tahapan-tahapan atau periodisasi simulasi pada sistem jaringan terhadap adanya kebutuhan air yang berfluktuasi menurut waktu.
3. Menganalisis skenario perbandingan atau alternatif jaringan pada kondisi yang berlainan pada saat bersamaan.
4. Menganalisis kondisi jaringan pada saat kondisi ekstrim untuk keperluan pemadam kebakaran atau *hydrant (fire flow analysis)*.
5. Menganalisis kualitas air yang didistribusikan.
6. Menghitung konstruksi biaya dari jaringan yang dibuat menurut alternatifnya.

Tahapan simulasi sistem jaringan distribusi air bersih pada WaterCAD V8i sebagai berikut:

- a. Membuka dan memberi nama file baru sistem jaringan distribusi air bersih dalam format WaterCAD (*xxx.wtg*).
- b. Mengisi tahap pembuatan file baru dengan cara:
  - Memilih satuan yang digunakan dalam sistem operasi program.
  - Memilih rumus kehilangan tinggi tekan dengan Hazen-Williams pada *software* WaterCAD V8i.
  - Penggambaran pipa dapat secara *schematic* (skema) dan *schematic* (sebenarnya sesuai dengan skala).
- c. Menggambar sistem jaringan distribusi air bersih dengan memodelkan komponen seperti sumber, tandon, titik simpul, dan pipa.
- d. Melakukan simulasi sistem jaringan distribusi air bersih serta menganalisa hasil yang diperoleh dan apabila hasil yang didapat tidak sesuai maka dapat dilakukan perbaikan pada komponen sistem jaringan distribusi air bersih sehingga didapatkan hasil yang sesuai (Hidayati dkk, 2018).

## **2.8 Persyaratan Kualitas Air Minum**

Pengadaan air bersih untuk keperluan air minum harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Air minum yang aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan

secara fisik, mikrobiologi, kimia dan radioaktif (Wandrivel dkk, 2012). Syarat tersebut merupakan satu kesatuan artinya jika salah satu parameter tidak memenuhi kriteria, maka air tersebut tidak layak untuk diminum. Pemakaian air minum yang tidak memenuhi standar kualitas tersebut dapat menimbulkan gangguan kesehatan, baik secara langsung (jangka pendek) maupun tidak langsung (jangka panjang) (Said dan Widayat, 2001). Peraturan yang dijadikan pedoman standar kualitas air minum di Indonesia adalah PERMENKES RI Nomor 736/MENKES/PER/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum dan PERMENKES RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Syarat fisik air minum antara lain kekeruhan < 5 NTU, tidak berbau dan rasanya tawar (tidak berasa), jumlah padatan terapung atau TDS < 500 mg/L, suhu normal  $\pm 3$  suhu udara dan warna <15 TCU (Wiyono dkk., 2017). Syarat kimia air minum antara lain derajat keasaman (pH) 6,5-8,5 ; kandungan bahan kimia organik ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , dan  $\text{NO}_3$ ) dibawah persyaratan kualitas air siap minum; kandungan bahan kimia anorganik (Fe, Al, Cr, Mg, Ca, Cl, K, Pb, Hg, Zn, ) dibawah persyaratan kualitas air siap minum serta kesadahan < 500 mg/L (Wiyono dkk, 2017).

Sedangkan syarat biologis air minum antara lain tidak mengandung organisme patogen dan non patogen. Mikroorganisme patogen berbahaya bagi kesehatan manusia. Mikroorganisme patogen antara lain bakteri *Salmonella typhi*, *Sighella dysentia*, *Salmonella paratyphi*, *Leptospira*, golongan protozoa seperti *Entoniseba histolyca* dan *Amebic dysentery* serta virus *Infectus hepatitis* merupakan penyebab hepatitis. Sedangkan mikroorganisme non patogen tidak berbahaya bagi kesehatan tubuh namun dapat menimbulkan bau dan rasa tidak enak, lendir dan kerak pada pipa. Beberapa mikroorganisme non patogen antara lain beberapa jenis bakteri, seperti *Actinomycetes (Moldlikose bacteria)*, Bakteri coli (*Coliform bacteria*), *Fecal streptococci*, dan Bakteri Besi (*Iron Bacteria*), sejenis ganggang atau Algae yang hidup di air kotor sehingga menimbulkan bau dan rasa tidak enak pada air serta cacing yang hidup bebas di dalam air (*freeliving*) (Awaluddin, 2007).

Berikut merupakan persyaratan kualitas air minum yang ada pada PERMENKES RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Tabel Persyaratan Kualitas Air Minum

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 <i>coliform</i>	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 <sub>2</sub> -)	Mg/L	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO <sub>3</sub> -)	Mg/L	50
	7) Sianida	Mg/L	0,07
	8) Selenium	Mg/L	0,01
2.	Parameter yang tidak berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	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 $\pm$ 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	Mg/L	0,2
	2) Besi	Mg/L	0,3
	3) Kesadahan	Mg/L	500
	4) Khlorida	Mg/L	250
	5) Mangan	Mg/L	0,4
	6) pH		6,5-8,5

Sumber: Lampiran 1 PERMENKES RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010

Berikut merupakan penentuan jumlah dan frekuensi pengambilan sampel dan persyaratan kualitas air minum yang ada pada PERMENKES RI Nomor 736/MENKES/PER/VI/2010 dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Jumlah dan Frekuensi Pengambilan Sampel Air Minum

Parameter	Frekuensi Pengujian	Jumlah sampel air/parameter/jaringan distribusi		
		Jumlah penduduk yang dilayani		
		<5000	<5000-100000	>100000
Fisik	Satu bulan sekali	1	1 per 5000 penduduk	1 per 10000 penduduk ditambah 5 sampel tambahan
Mikrobiologi	Satu bulan sekali	1	1 per 5000 penduduk	1 per 10000 penduduk ditambah 5 sampel tambahan
Sisa Klor *	Satu bulan sekali	1	1 per 5000 penduduk	1 per 10000 penduduk ditambah 5 sampel tambahan
Kimia wajib	Tiga bulan sekali	1	1 per 5000 penduduk	1 per 10000 penduduk
Kimia tambahan **	Tiga bulan sekali	1	1 per 5000 penduduk	1 per 10000 penduduk

\* = sisa klor diuji pada outlet reservoir dengan nilai maksimal 1 mg/L dan titik jauh distribusi minimal 0,2 mg/L

\*\* = Parameter kimia tambahan yang ditetapkan Peraturan Daerah Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan No. 736/MENKES/ PER/VI/2010

a. Total *Coliform*

Menurut Karsinah (1994) dalam Prayitno (2009), bakteri *coliform* adalah kelompok bakteri gram negatif pembentuk spora, yang berbentuk *bacillus* yang terdapat dalam usus halus manusia.

Kelompok bakteri ini juga merupakan kelompok bakteri yang bersifat aerobik dan aerobik fakultatif, dan dapat memfermentasi laktose dengan pembentukan gas CO<sub>2</sub> pada suhu 35°C selama 48 jam inkubasi. Jalur masuknya kontaminan mikroba ke dalam sistem distribusi air bersih oleh beberapa hal, antara lain:

1. Ketika proses perawatan;
2. Masuknya air tanah yang terkontaminasi ke dalam pipa ketika tekanan pada dalam pipa sedang turun;
3. Kontaminasi ketika masih berada pada instalasi utama, atau arus balik dari sistem keran konsumen;
4. Kehadiran patogen baik dalam bentuk bebas maupun dalam bentuk biofilm yang masuk ke dalam sistem distribusi. Namun dalam kasus ini belum dapat dipahami dengan baik sehingga dibutuhkan penelitian lanjutan untuk memahami sepenuhnya interaksi mikroba dalam pipa distribusi.

Terjadinya kebocoran pada jaringan pipa PDAM mengakibatkan air menjadi keruh dan kotor serta dapat menjadi faktor adanya bakteri *coliform* yang masuk ke jaringan pipa (Senbel, 2015). Sistem jaringan distribusi air bersih yang telah lama digunakan umumnya menimbulkan endapan atau kerak sedimen yang terbentuk karena korosi pipa dan pengolahan yang kurang baik sehingga kadar total *solid* masih tinggi. Hal ini memungkinkan pada sistem distribusi, mikroorganisme dapat berkembang karena adanya *nutrient* organik atau anorganik pada air yang didistribusikan dan ada endapan sedimen. *Coliform* dapat berkembang pada substrat berkonsentrasi rendah (Camper *et al.*, 1991). Kondisi yang memicu pertumbuhan bakteri *coliform* antara lain ketersediaan substrat, temperatur air, korosi, keberadaan sedimen dan residual desinfektan (LeChevallier *et al.*, 1996).

Demikian pula pada musim penghujan, air PDAM yang menjadi keruh karena tercampur air hujan menyebabkan proses desinfeksi ataupun klorinasi menjadi tidak sempurna sehingga menyebabkan masih adanya mikroorganisme dan bakteri patogen yang tersisa di dalam air karena bakteri *coliform* akan bersembunyi di dalam partikel yang dapat menyebabkan kekeruhan sehingga tidak dapat dicapai oleh klorin. Menurut PERMENKES Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, kadar maksimum parameter total *coliform* yang

diperbolehkan adalah 0 per 100 mL sampel. Oleh karena itu diperlukan pemeriksaan total *coliform* dalam air yang didistribusikan untuk memastikan pada air minum tidak terdapat bakteri *coliform* yang menyebabkan penyakit diare.

b. Sisa Klor

Klor merupakan senyawa yang umum digunakan sebagai desinfektan karena sifatnya yang stabil dan ekonomis selain digunakan sebagai kalsium diklorida  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  dapat juga berbentuk gas ( $\text{Cl}_2$ ), natrium klorida ( $\text{NaOCl}$ ) ataupun sebagai hipoklorit ( $\text{HOCl}$ ). Namun pada prakteknya di lapangan, bentuk desinfektan klorin yang lebih sering digunakan adalah desinfektan klor dalam bentuk gas.

Ketika klor dilarutkan ke dalam air dalam jumlah yang cukup akan merusak sebagian besar kuman penyebab penyakit tanpa membahayakan manusia. Klorin mengoksidasi enzim yang berfungsi sebagai proses metabolisme pada mikroorganisme. Ada dua jenis reaksi yang terjadi jika klorin dibubuhkan ke dalam air, yaitu hidrolisis dan ionisasi. Reaksi hidrolisis yang terjadi adalah:



Sedangkan reaksi ionisasi yang terjadi adalah:



Saat organisme telah rusak, maka klorin juga akan habis. Jika klorin yang ditambahkan cukup, setelah semua organisme rusak, akan terdapat sisa klor bebas. Sisa klor bertujuan untuk membunuh sisa bakteri yang masuk selama proses distribusi air minum kepada masyarakat. Sisa klor pada proses distribusi yang terlalu rendah (habis) dapat menyebabkan bakteri dapat berkembang dalam air sehingga mengakibatkan timbulnya *waterborne disease* pada masyarakat yang mengonsumsi air tersebut (Soemirat, 2002). Jika sisa klor terlalu tinggi dapat menyebabkan bau kaporit yang menyengat dan dapat mengganggu kesehatan masyarakat yang mengonsumsinya dalam jangka panjang. Efek samping dari proses klorinasi salah satunya adalah *Trihalomethane* (THM) yang merupakan produk sisa klorinasi yang bersifat karsinogenik (Garcia *et al.*, 1997). Tabel

2.5 berikut ini menjelaskan dampak klorin bagi kesehatan manusia yang diakibatkan oleh beberapa tingkatan konsentrasi klorin yang masuk ke dalam tubuh.

Tabel 2. 5 Dampak dari Beberapa Tingkat Level Konsentrasi Klorin Terhadap Kesehatan Manusia

Konsentrasi Klor	Dampak Bagi Kesehatan
0,2 – 0,4 ppm	Mengganggu indera pembau dalam beberapa waktu
1 – 3 ppm	Iritasi membran mukosa, mampu ditoleransi kurang lebih satu jam
5 – 15 ppm	Iritasi pada sistem pernafasan
30 ppm	Sakit dada, sulit bernafas, muntah dan batuk
40 – 60 ppm	Letal lebih dari 30 menit
1000 ppm	Fatal dalam waktu beberapa menit

Sumber : Fuadi, 2012.

Oleh karena itu diperlukan pemeriksaan sisa klor dalam air yang didistribusikan untuk memastikan bahwa sebagian besar mikroorganisme patogen telah mati dan air aman diminum. Residual klorin dari air minum merupakan indikator untuk mempelajari kualitas air di jaringan distribusi (Farooq *et al.*, 2008).

Kadar sisa klor di jaringan distribusi menurut PERMENKES RI Nomor 736/MENKES/PER/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum yaitu maksimal 1 mg/l di *outlet* reservoir dan 0,2 mg/l pada titik terjauh distribusi. Menurut PERMENKES RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010, air minum yang didistribusikan akan memenuhi syarat kualitas air minum apabila tidak berasa dan tidak berbau. Sebagian besar konsumen menganggap bau seperti kaporit dalam air minum yang didistribusikan merupakan suatu indikator yang buruk sehingga mereka takut untuk meminumnya. Sebenarnya air yang berbau seperti kaporit tersebut adalah akibat dari sisa klor yang ada dalam air. Konsumen hendaknya memahami bahwa jika air yang didistribusikan berbau seperti kaporit maka sebenarnya air tersebut aman karena terhindar dari bakteri (Desiandi dkk, 2010).

## 2.9 Persepsi dan Kepuasan Pelanggan Pelanggan

Persepsi adalah pengalaman mengenai objek, peristiwa atau hubungan-hubungan yang diperoleh dengan menyimpulkan informasi dan menafsirkan pesan. Persepsi memberikan makna

pada stimuli indrawi (Rakhmat, 1996). Menurut Oliver dalam Supranto (1997), kepuasan konsumen adalah tingkat perasaan seseorang setelah membandingkan kinerja atau hasil yang dirasakan dengan harapannya. Jadi tingkat kepuasan merupakan fungsi dan perbedaan antara kinerja yang dirasakan dengan harapan. Apabila kinerja dibawah harapan, maka pelanggan kecewa dan sebaliknya. Apabila kinerja sesuai dengan harapan maka pelanggan akan puas. Kepuasan pelanggan juga merupakan tanggapan konsumen terhadap evaluasi ketidaksesuaian yang dirasakan antara harapan yang sebelumnya dengan kinerja produk yang dirasakan. Umumnya harapan pelanggan merupakan perkiraan atau keyakinan pelanggan tentang apa yang akan diterimanya bila ia membeli atau mengkonsumsi suatu produk (barang atau jasa). Sedangkan kinerja yang dirasakan adalah persepsi pelanggan terhadap apa yang ia terima setelah mengonsumsi produk yang dibeli.

Persepsi pelanggan terhadap kinerja pelayanan perlu ditinjau karena dengan melakukan riset ini akan didapatkan informasi kelemahan atau kelebihan (sudah baik atau belum) pelayanan perusahaan berdasarkan sudut pandang pelanggan yang menggunakan produk tersebut sehari-hari (Astaginy, 2009). Sedangkan tujuan pengukuran kepuasan pelanggan menurut Kotler (2002) antara lain:

- a. Mempelajari persepsi masing-masing pelanggan terhadap mutu pelayanan yang dicari, diminati, dan diterima atau tidak oleh pelanggan yang akhirnya pelanggan akan merasa puas dan terus melakukan kerja sama.
- b. Mengetahui kebutuhan, keinginan, persyaratan, dan harapan pelanggan pada saat sekarang dan masa yang akan datang yang disediakan perusahaan yang sesungguhnya dengan harapan pelanggan atas pelayanan yang diterima.
- c. Meningkatkan mutu pelayanan sesuai dengan harapan-harapan pelanggan.
- d. Menyusun rencana kerja dan menyempurnakan kualitas pelayanan di masa akan datang.

## 2.10 Skala *Likert*

Skala *Likert* digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena sosial. Dengan skala *Likert*, maka variabel yang akan diukur dijabarkan menjadi indikator variabel. Kemudian indikator tersebut dijadikan sebagai titik tolak untuk menyusun item-item instrumen yang dapat berupa pernyataan atau pertanyaan. Jawaban setiap item instrumen yang menggunakan skala *Likert* mempunyai gradasi dari sangat positif sampai sangat negatif yang dapat berupa kata-kata dan untuk keperluan kuantitatif, maka jawaban itu dapat diberi skor, misalnya :

- a. Sangat setuju/selalu/sangat positif diberi skor 5
- b. Setuju/sering/positif diberi skor 4
- c. Ragu-ragu/kadang-kadang/netral diberi skor 3
- d. Tidak setuju/hampir tidak pernah/negatif diberi skor 2
- e. Sangat tidak setuju/tidak pernah/sangat negatif diberi skor 1.

Skala *Likert* merupakan teknik pengukuran sikap dimana subjek diminta untuk mengidentifikasi tingkat kesetujuan atau ketidaksetujuan mereka terhadap masing-masing pernyataan. Skala *likert* adalah satu teknik pengukuran sikap yang paling sering digunakan dalam penelitian (Sugiyono,2009).

## 2.11 Metode Perhitungan Sampel

Menurut Sugiyono (2007), sampel adalah sebagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi. Bila populasi besar, peneliti tidak mungkin mempelajari semua yang ada pada populasi karena keterbatasan dana, tenaga dan waktu. Oleh karena itu, peneliti dapat menggunakan sampel yang diambil dari populasi tersebut. Hasil yang dipelajari dari sampel tersebut kesimpulannya akan diberlakukan untuk populasi. Untuk itu sampel yang diambil dari populasi harus representatif.

Menurut Lemeshow dan David (1999), pada penelitian dengan tujuan observasional untuk memperoleh data proporsi, besar sampel pada suatu populasi finit (populasi yang jumlahnya diketahui dengan pasti), maka persamaan besar sampel adalah:

$$n = \frac{N Z^2 P (1-P)}{(N-1)d^2 + Z^2 P(1-P)} \dots\dots\dots 2.5$$

Keterangan :

- n = besar sampel minimum.
- Z = nilai distribusi normal baku (tabel Z) pada  $\alpha$  tertentu, bila kesalahan 10% maka Z adalah 1,282.
- P = harga proporsi sifat tertentu yang terjadi di populasi, bila tidak diketahui maka P maksimal adalah 0,5.
- d = kesalahan (absolut) yang dapat ditolerir (10%)
- N = besar populasi

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***

## BAB 3

### GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI

#### 3.1 Gambaran Umum PDAM Surya Sembada Surabaya

PDAM Surya Sembada Surabaya merupakan perusahaan pemerintah bergerak di bidang jasa penyediaan layanan air bersih yang mempunyai beberapa instalasi pengolahan (Bhaskoro dan Ramdhan, 2018). Instalasi pengolahan yang dimiliki PDAM Surya Sembada Surabaya adalah IPAM Ngagel (IPAM Ngagel I, II dan III) dan IPAM Karangpilang (IPAM Karangpilang I, II dan III) dengan kapasitas reservoir total adalah 18150 m<sup>3</sup>. Peta pelayanan PDAM Surya Sembada Surabaya dapat dilihat pada Gambar 3.1.

Pada unit produksi penyelenggara SPAM Kota Surabaya untuk air bakunya berasal dari 97% air permukaan yaitu Kali Surabaya dan 3% mata air yaitu mata air Umbulan dan Pandaan. Rincian kapasitas produksi PDAM Surya Sembada Surabaya dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Kapasitas Produksi PDAM Surya Sembada Surabaya

Uraian	Pembangunanan Awal		Penambahan Kapasitas		Kapasitas Terpasang	Kapasitas Sesuai Ijin
	Kapasitas (L/s)	Tahun	Penambahan (L/s)	Tahun	L/s	L/s
Sumber Kali Surabaya						
IPAM Ngagel I	60	1922	120; 170; 150; 500; 500; 300	1942; 1954; 1977; 1980; 1994; 1996	1800	1800
IPAM Ngagel II	1000	1959	-	-	1000	1000
IPAM Ngagel III	1000	1982	500; 250	1997; 2005	1750	1750
IPAM Karangpilang I	1000	1990	200; 250		1450	1450
IPAM Karangpilang II	2000	1997	500		2500	2500

Uraian	Pembangunan Awal		Penambahan Kapasitas		Kapasitas Terpasang	Kapasitas Sesuai Ijin
	Kapasitas (L/s)	Tahun	Penambahan (L/s)	Tahun	L/s	L/s
Kayoon WTP	200	1995	Relokasi ke Ngagel; tidak dioperasikan	2001; 2007	0	200
IPAM Karangpilang III	2000	2010	-	-	2000	2000
Total - Kali Surabaya					10500	10700
Sumber Air						
Pandaan & sekitarnya	160	1903	15; 45	1919; 1924	220	227,12
Umbulan	110	1932			110	300
Total - Sumber Air					330	527,12
Total Kapasitas					10830	11227,12

Sumber : PDAM Surya Sembada Surabaya, 2018.

Air baku yang telah diolah di instalasi pengolahan air minum PDAM Kota Surabaya telah memenuhi baku mutu air minum sesuai PERMENKES RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum dan telah diuji setiap harinya di Laboratorium Ngagel dan Karangpilang. Namun pihak PDAM tidak menyarankan untuk langsung minum air dari keran karena beberapa faktor seperti adanya kemungkinan kebocoran pipa sehingga terdapat rembesan pencemar yang masuk ke pipa distribusi dan kemungkinan adanya kerak pada pipa distribusi.

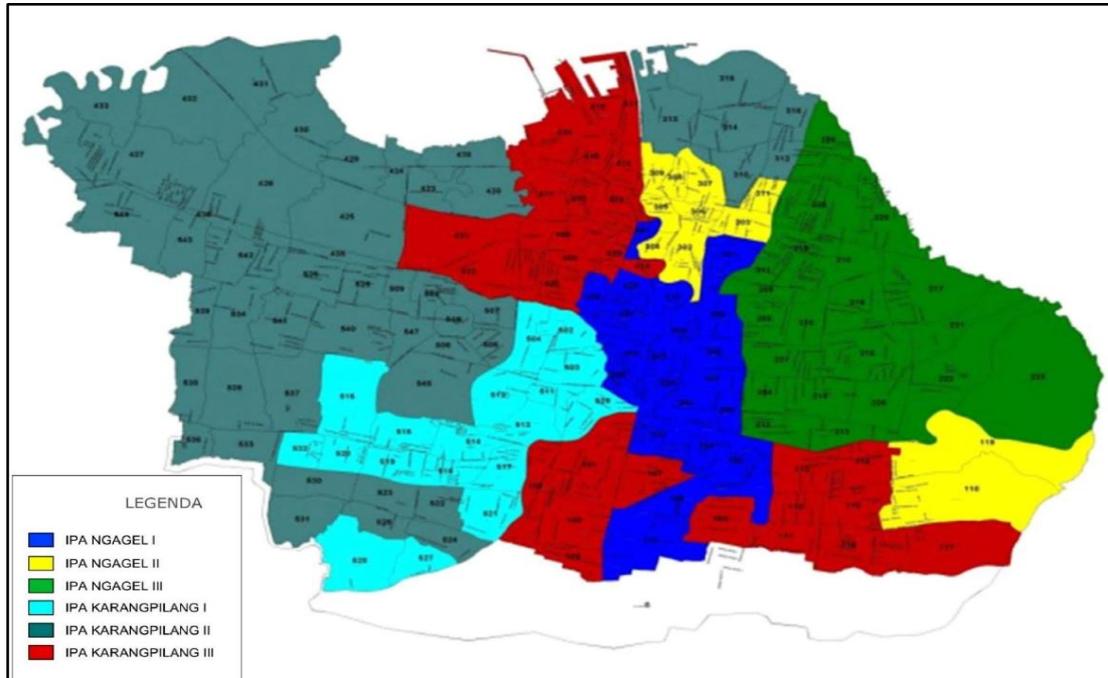
Sistem distribusi air minum di Kota Surabaya menggunakan sistem *loop* karena sistem ini lebih menjamin ketersediaan air dalam jaringan mengingat topografi Kota Surabaya yang relatif datar sehingga digunakan pompa untuk pendistribusiannya. Pada tahun 2017, jumlah air PDAM yang terjual mencapai 229,60 juta m<sup>3</sup> dengan total panjang pipa yang dimiliki PDAM Surya Sembada Surabaya adalah 5777 km. Menurut Revisi Rencana Induk Sistem Penyediaan Air minum

(RISPAM) Kota Surabaya (2014), permasalahan yang dihadapi PDAM Surya Sembada Surabaya salah satunya adalah jaringan yang ada telah berusia 100 tahun lebih dan secara bertahap telah diganti terutama pipa tersier diameter 100 mm sampai 150 mm.

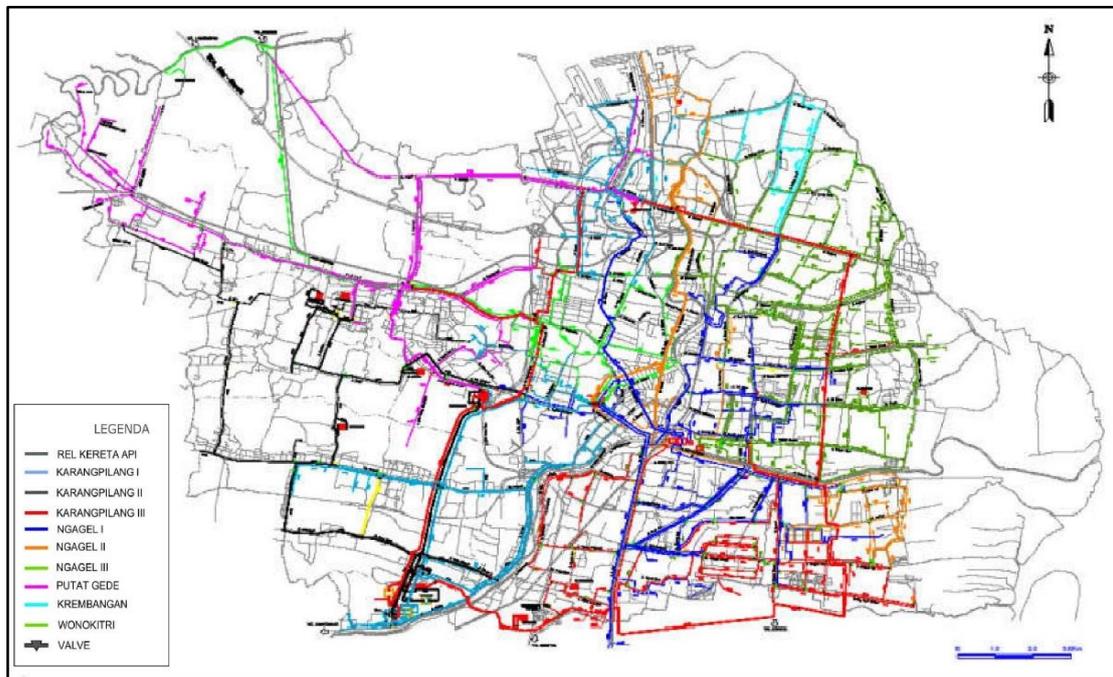
Kondisi pipa tua menyebabkan tekanan air tidak sampai 2-3 meter di rumah pelanggan. Dengan pengoperasian tekanan yang cukup masih dikhawatirkan akan terjadi peningkatan kehilangan air secara teknis dan peningkatan biaya operasional perbaikan pipa pelayanan pelanggan PDAM secara bertahap dan penambahan pasokan air yang akan didistribusikan pada wilayah dengan tekanan yang kurang. Dampak lain yang terjadi apabila tekanan belum memenuhi kriteria adalah meningkatnya kehilangan air karena kebocoran pada pipa terutama pada pipa sambungan. Persentase Tingkat Kehilangan Air (TKA) PDAM Kota Surabaya sebesar 32,13% pada tahun 2018, menurut beberapa literatur kondisi ini mengindikasikan perlu perhatian terhadap lebih ke faktor kehilangan air teknis yang disebabkan oleh kondisi jaringan perpipaan dan peralatan pendukungnya seperti meter air, *valve* dan sebagainya.

Sistem pelayanan di wilayah kota Surabaya dibagi dalam 5 (lima) zona dan menjadi 141 sub-zona. Pada tahun 2018, cakupan layanan PDAM Surya Sembada Surabaya telah mencapai 96,67% dengan 560.206 sambungan rumah (SR) (PDAM Surya Sembada Surabaya, 2018). Pelayanan air minum PDAM Surya Sembada Surabaya kepada masyarakat tidak hanya terbatas pada daerah administratif kota Surabaya saja, melainkan juga masyarakat daerah Kabupaten Pasuruan, Sidoarjo, dan Gresik. Peta jaringan distribusi Kota Surabaya dapat dilihat pada Gambar 3.2.

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***



Gambar 3. 1 Peta Pelayanan Instalasi Produksi PDAM Surya Sembada Kota Surabaya  
 Sumber : Revisi Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum, 2014



Gambar 3. 2 Peta Jaringan Distribusi Kota Surabaya  
 Sumber : Revisi Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum, 2014

### 3.2 Gambaran Umum Wilayah Studi

Wilayah studi dalam penelitian tugas akhir ini adalah di DMA 201 yang melayani 152 sambungan rumah (SR) di sekitar Jalan Ngagel Tirto IV, Jalan Ngagel Tirto V, Bratang Satu 1F dan Bratang Satu 1G. Ngagel Tirto dan Bratang Satu merupakan wilayah yang berada di Kelurahan Ngagelrejo, Kecamatan Wonokromo, Kota Surabaya. Secara geografis wilayah studi terletak di  $7^{\circ}17'50''$  -  $7^{\circ}18'00''$  LS dan  $112^{\circ}44'40''$  -  $112^{\circ}44'55''$  BT dengan batas wilayah studi antara lain:

- Sebelah utara : Jalan Ngagel Tirto III
- Sebelah selatan: Jalan Ngagel Tirto V
- Sebelah timur : Jalan Bratang Lapangan
- Sebelah barat : Jalan Ngagel Tirto

Secara administratif wilayah studi berada di dua RW yang berbeda di Kelurahan Ngagelrejo. Jalan Ngagel Tirto IV dan V berada di RW 03, sedangkan Bratang Satu 1F dan Bratang Satu 1G berada di area RW 06. Peta Lokasi Studi yaitu di Ngagel Tirto dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan Lampiran 6. Wilayah studi memiliki elevasi 3,8 m sampai 5 m (Pemkot Surabaya, 2002). Kawasan Ngagel Tirto terletak di daerah tropis dengan curah hujan rata-rata 2084,3 mm/tahun dan suhu rata-rata maksimum  $34,1^{\circ}$  C (BPS, 2018).

Pada DMA 201 di Ngagel Tirto dibagi menjadi empat area dengan jumlah penduduk tiap area adalah 3 SR di Jalan Ngagel Tirto, 81 SR di Jalan Ngagel Tirto IV, 41 SR di Ngagel Tirto V sampai Bratang Satu 1G dan 27 SR di Bratang Satu 1F. Sedangkan jumlah pelanggan setiap area dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan Lampiran 6.

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***

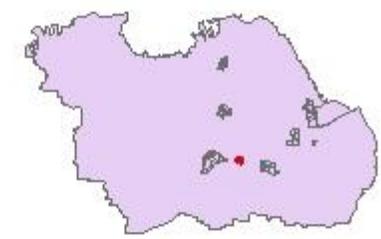


## PETA LOKASI STUDI



### Legenda

- - - Batas Wilayah Studi
- Jalan
- Bangunan
- Bangunan PDAM



Dibuat Oleh :  
**DEWI ERANIK**  
 0321154000037  
 Departemen Teknik Lingkungan  
 FTSLK-ITS  
 2019

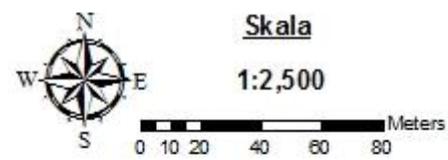
Sumber  
 1. OpenStreetMap  
 ([www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org)),2016.  
 2. GIS PDAM Surya Sembada  
 Surabaya,2019.

Nomor Gambar  
 3. 3

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***

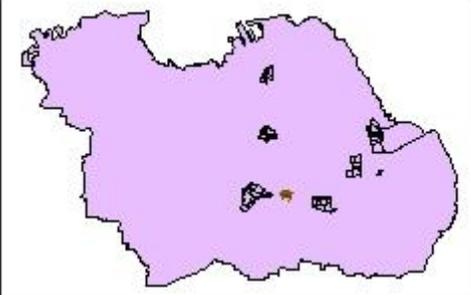


**PETA LOKASI STUDI  
DAN  
JUMLAH PELANGGAN**



**Legenda**

- Jalan
- Bangunan
- Batas Wilayah Studi
- Bangunan PDAM
- Jumlah Pelanggan



Dibuat Oleh :  
**DEWI ERANIK**  
0321154000037

Departemen Teknik Lingkungan  
FTSLK-ITS  
2019

Sumber  
1. OpenStreetMap  
([www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org)), 2016.  
2. GIS PDAM Surya Sembada  
Surabaya, 2019.

Nomor Gambar  
3. 4

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***

### 3.3 Kondisi Eksisting Program Zona Air Minum Prima (ZAMP)

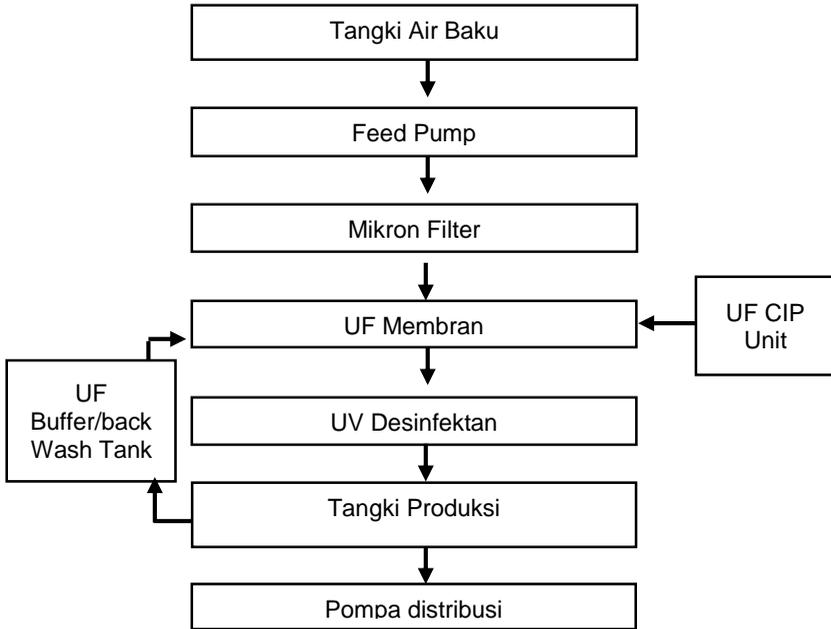
Kapasitas instalasi ZAMP saat awal penerapan program ZAMP yaitu bulan Mei 2018 adalah 10 m<sup>3</sup>/jam. Pemilihan lokasi penerapan program ZAMP di Ngagel Tirto ini karena ketersediaan lahan PDAM, masyarakat atau pelanggan PDAM di Ngagel Tirto merupakan masyarakat yang terpapar dampak langsung dari PDAM dan lokasinya paling dekat dengan IPAM Ngagel dimana instalasi ZAMP berada sehingga kualitas air yang didistribusikan lebih baik jika dibandingkan dengan penduduk yang lokasinya lebih jauh dari reservoir.

Sebelum program ZAMP ini diterapkan, telah dilakukan sosialisasi kepada warga yang rencananya akan dilayani air siap minum PDAM Surya Sembada Surabaya. Pada tahap persiapan, petugas terlebih dahulu membentuk sistem DMA (*District Meter Area*) dengan mengisolasi kawasan untuk memastikan air minum yang dialirkan tidak terkontaminasi oleh sumber lain dan memastikan tekanan nol dengan melakukan *zero pressure test*. Kemudian dilakukan *flushing* pada pipa.

Air baku yang diolah di instalasi ZAMP berasal dari reservoir IPAM Ngagel yang disalurkan ke instalasi ZAMP dengan menggunakan pipa PVC berukuran 3 inch (76,2 mm). Kapasitas produksi IPAM Ngagel adalah 1750 L/detik. Sedangkan yang disalurkan ke ZAMP adalah 20 m<sup>3</sup>/jam atau 5,6 L/detik. Sehingga dapat disimpulkan air yang diolah untuk ZAMP adalah 0,3 % dari kapasitas produksi IPAM Ngagel III. Sebelum masuk ke pipa distribusi air dari reservoir IPAM Ngagel diolah terlebih dahulu di instalasi ZAMP dengan melalui beberapa kali filtrasi dan desinfeksi. Pada tahap awal program ini dijalankan, unit filter tersebut merupakan alat pinjaman dari perusahaan asal Korea Selatan, *Deerfos*. Namun saat ini, PDAM Surya Sembada Surabaya telah memiliki alat sendiri untuk pengolahan air siap minum sebelum didistribusikan sehingga kapasitas distribusi meningkat menjadi 20 m<sup>3</sup>/jam. Menurut pihak PDAM, tekanan yang pada distribusi air siap minum ini tidak boleh naik turun dan harus stabil yaitu sekitar 0,7 bar untuk menghindari kontaminasi.

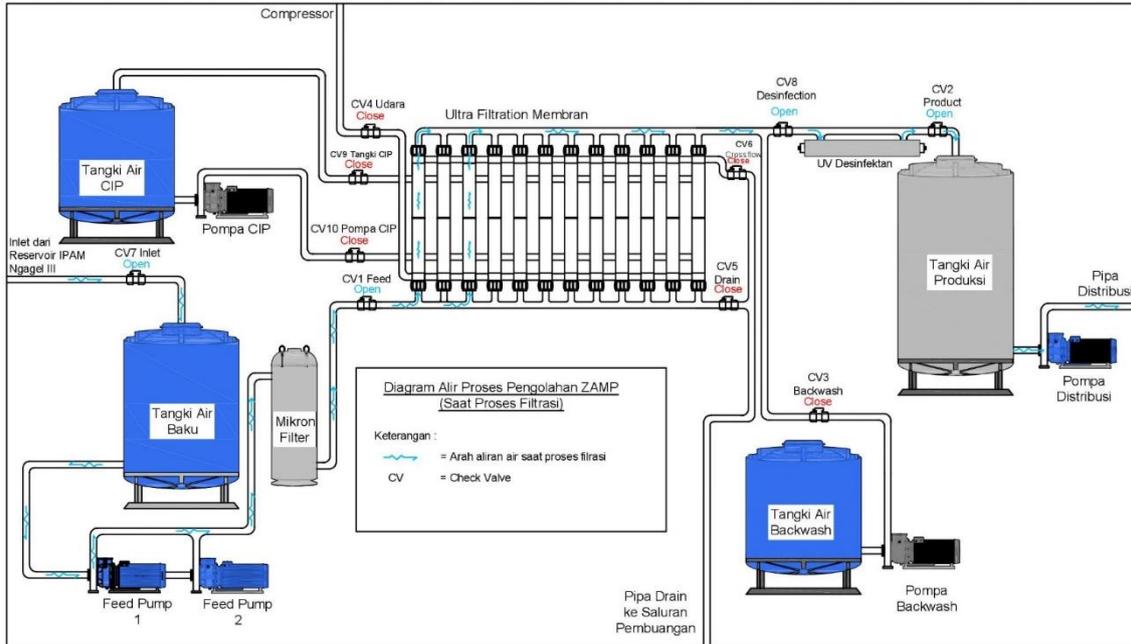
### 3.4 Instalasi Pengolahan ZAMP di Ngagel Tirto

Skema proses pengolahan program ZAMP PDAM Surya Sembada Kota Surabaya dapat dilihat pada Gambar 3.5.



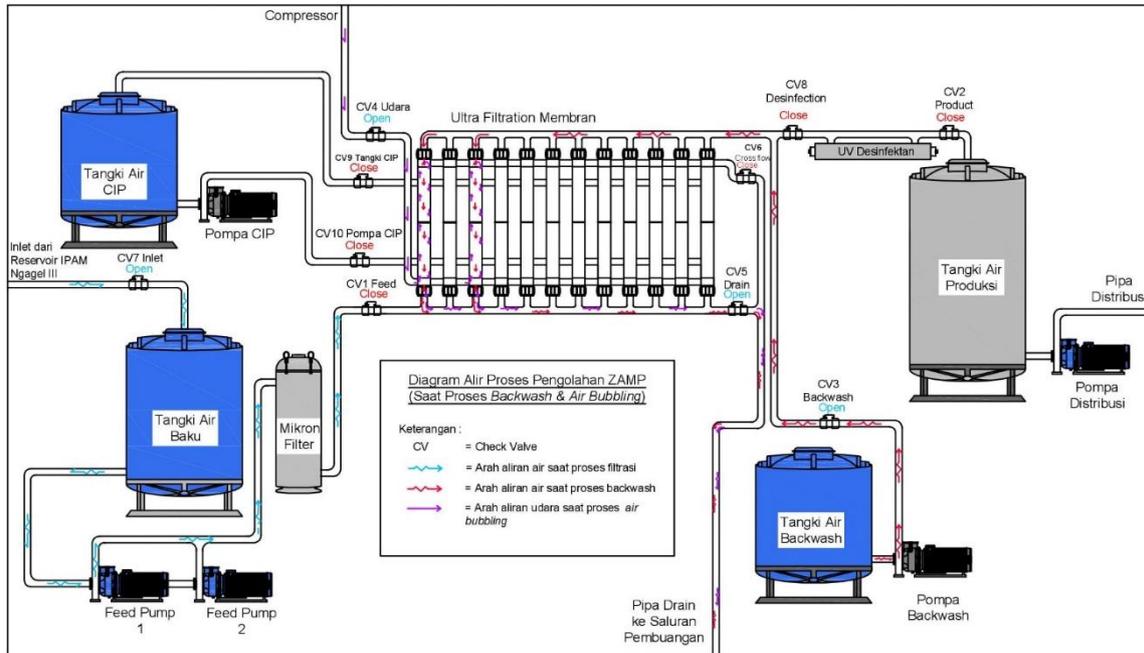
Gambar 3. 5 Skema Proses Pengolahan Program ZAMP PDAM Surya Sembada Kota Surabaya

Berikut merupakan diagram alir proses pengolahan ZAMP (saat proses filtrasi) dapat dilihat pada Gambar 3.6. Diagram alir proses pengolahan di instalasi ZAMP (saat proses *backwash & air bubbling*) dapat dilihat pada Gambar 3.7. Sedangkan diagram alir proses pengolahan di instalasi ZAMP (saat proses *Clean In Place/CIP*) dapat dilihat pada Gambar 3.8.



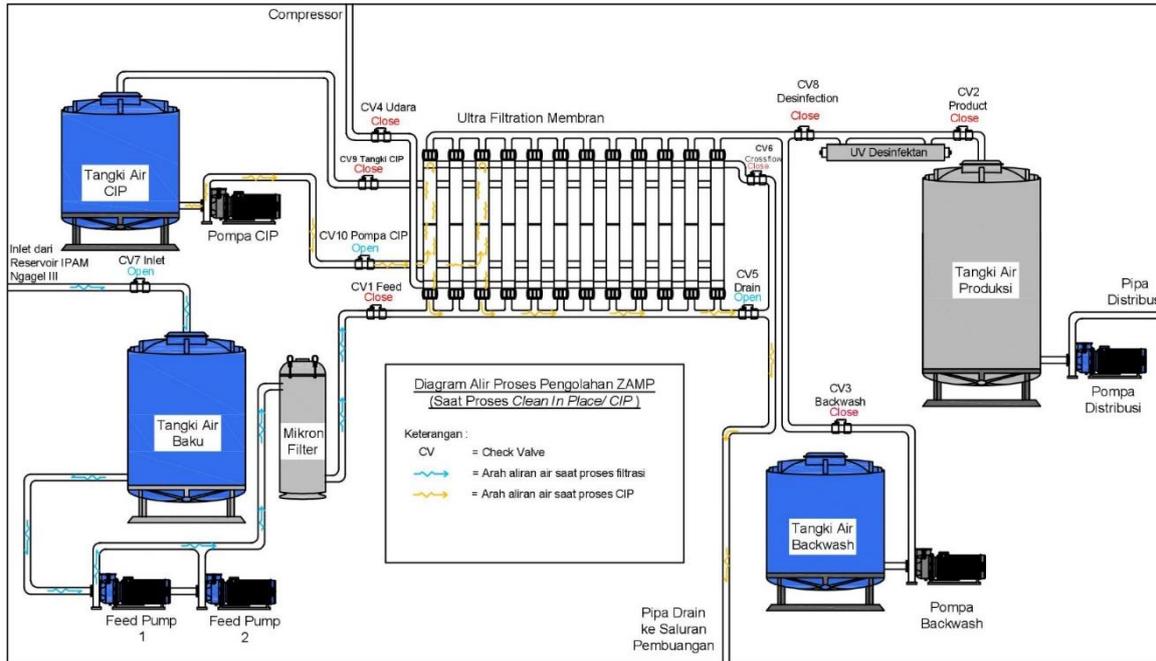
Gambar 3. 6 Diagram Alir Proses Pengolahan di Instalasi ZAMP (Saat Proses Filtrasi)  
Sumber: PDAM Surya Sembada Kota Surabaya, 2019

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***



Gambar 3. 7 Diagram Alir Proses Pengolahan di Instalasi ZAMP (Saat Proses *Backwah & Air Bubbling*)  
Sumber: PDAM Surya Sembada Kota Surabaya, 2019

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***



Gambar 3. 8 Diagram Alir Proses Pengolahan di Instalasi ZAMP (Saat Proses *Clean In Place*/CIP)  
Sumber: PDAM Surya Sembada Kota Surabaya, 2019

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***

Air baku yang diolah sebagai air siap minum adalah air distribusi pengolahan Ngagel III dengan karakteristik sebagaimana air bersih pada umumnya di Indonesia yang telah melalui proses pengolahan secara konvensional yaitu kombinasi dari pengolahan fisik dan kimia. Tahapan pengolahan air siap minum diawali dengan pengondisian air baku untuk menjadi umpan (*feed*) ke dalam sistem ultrafiltrasi dengan melakukan penyaringan mikrofiltrasi menggunakan mikron filter. Kemudian air yang telah melalui mikron filter akan mengalir menuju UF membran filter yang tersusun atas *hollow fibre membrane* dengan tekanan transmembran (*Trans Membrane Pressure/TMP*) sekitar 0,5 sampai 1,5 bar. Partikel emulsi, zat koloidal, dan mikroba yang tersebar dalam air akan tertahan pada permukaan membran menghasilkan air yang sangat bening. Partikel yang dapat melewati membran hanya garam dan molekul kecil lainnya. Selanjutnya, dilakukan desinfeksi dengan menggunakan UV Desinfektan. Kemudian air ditampung di tangki air produksi yang *stainless steel* sebelum dipompa ke pipa distribusi.

Pada saat kotoran menumpuk pada permukaan membran, proses pencucian/bilas (*backwash*) diaktifkan. Dalam proses ini, aliran air filtrat dipaksa balik arah melalui membran atau membersihkan padatan terakumulasi pada permukaan membran. Proses pencucian atau *backwash* dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama adalah *air bubbling*, dimana udara diinjeksikan ke dalam modul ultrafiltrasi sehingga udara akan menggoncangkan membran *hollow fibre* yang menyebabkan terlepasnya tumpukan padatan yang terakumulasi pada permukaan membran. Kemudian dilanjutkan dengan mengalirkan terbalik (*backwash*) air bersih dari sisi produk ke arah sisi *feed* sambil tetap dilakukan *air bubbling*. Pada sistem pengoperasian ZAMP menggunakan *backwash* dan tetap dilakukan *air bubbling*.

Tetapi melalui proses *backwash* saja, masih ada kemungkinan partikel-partikel pengotor yang masih tertinggal sehingga setelah rentang waktu tertentu perlu dilakukan pembersihan membran berkala dengan bahan kimia (*Clean In Place / CIP*) untuk mengembalikan efisiensi sistem. Pembersihan membran dengan bahan kimia menggunakan Sodium hipoklorit

(NaOCl) 12% dilakukan untuk mengembalikan performa membran. Pembersihan dengan pembilasan/aliran balik pada membran terkadang masih menyisakan kotoran yang tetap menempel pada membran. Lama kelamaan penumpukan ini akan terakumulasi sehingga walaupun sudah dilakukan pembilasan/aliran balik berulang-ulang performa membran tetap tidak dapat kembali. Jika ini terjadi maka harus dilakukan pencucian dengan bahan kimia sehingga kotoran-kotoran yang menempel tersebut dapat dilepaskan dari permukaan membran.

Selain pembersihan yang dilakukan, *soaking* dan perendaman membran yang dilakukan saat membrane UF tidak dijalankan (*off*), berfungsi untuk membersihkan membran dan menjaga agar tidak ada mikroorganisme yang hidup di membran, mengingat membran yang selalu basah dan selalu kontak dengan air kotor yang membawa bibit-bibit mikroorganisme. Selain itu, pembersihan juga berfungsi untuk menjaga agar kotoran yang menempel pada permukaan membran tidak mengeras dan menjadi *fouling*.

Spesifikasi alat pengolahan ZAMP di Ngagel Tirto dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3. 2 Spesifikasi Alat Pengolahan ZAMP di Ngagel Tirto

No	Deskripsi	Jumlah unit
1	<b>Tangki Air Baku</b>	1 unit
	Volume Tangki	: 5100 L
	Material	: HDPE
2	<b>Tangki Backwash</b>	1 unit
	Volume Tangki	: 1000 L
	Material	: HDPE
3	<b>Tangki CIP (Chemical)</b>	1 unit
	Volume Tangki	: 1050 L
	Material	: HDPE
4	<b>Mikron Filter</b>	1 unit
	<i>Material Housing</i>	: Stainless steel
	Kapasitas	: 25 m <sup>3</sup> /jam

No	Deskripsi		Jumlah unit
	Tekanan	: 7 bar	
5	<b>UV Desinfektan</b>		1 unit
	Kapasitas	: 108 GPM	
	Daya	: 275 W	
6	<b>Membran UF</b>		12 unit
	<i>Brand</i>	: Deerfos Membrane DFU-0870AD	
	Material	: Modified PVDF, Asymmetric Double	
	Tipe	: Hollow Fibre	
	<i>Membran Housing</i>	: UPVC	
	Kapasitas	: 3 m <sup>3</sup> /jam per membran	
	Dimensi	: Diameter 216 mm dan tinggi 2275 mm	
	Ukuran Pori	: 0,07 mikron	
	Konfigurasi	: Out-to-in	
	<i>Backwashed</i>	: menggunakan air dan udara	
7	<b>UF Feed Pump</b>		2 unit
	Kapasitas	: 25 m <sup>3</sup> /jam	
	<i>Head</i>	: 36 m	
	<i>Revolution</i>	: 2900 r/min	
	<i>Power</i>	: 7,5 HP	
	Tipe	: <i>Single stage centrifugal Pump</i>	
	Model	: CNP ZS65-40-200/5.5	
8	<b>UF Backwash Pump</b>		1 unit
	Kapasitas	: 50 m <sup>3</sup> /jam	
	<i>Head</i>	: 13 m	
	<i>Revolution</i>	: 2900 r/min	
	<i>Power</i>	: 4 HP	
	Tipe	: <i>Single stage centrifugal Pump</i>	
	Model	: CNP ZS65-50-125/3.0SSC	
9	<b>UF Cleaning In Place (CIP) Pump</b>		1 unit
	Capacity	: 6,3 m <sup>3</sup> /jam	
	<i>Head</i>	: 18 m	
	<i>Revolution</i>	: 2900r/min	

No	Deskripsi		Jumlah unit
	<i>Power</i>	: 1 HP	
	<i>Tipe</i>	: <i>Single stage centrifugal Pump</i>	
	<i>Model</i>	: CNP ZS50-32-160/1.1	
10	<b>Distribution Pump</b>		3 unit
	<i>Kapasitas</i>	: 7,9-25 m <sup>3</sup> /jam	
	<i>Head</i>	: 37,1 - 23,9 m	
	<i>Revolution</i>	: 2900 r/min	
	<i>Power</i>	: 3 kW	
	<i>Tipe</i>	: ESHE 32-200/30/P25RSSA	
	<i>Model</i>	: Lowara	

Sumber : PDAM Surya Sembada Kota Surabaya, 2018.

## **BAB 4**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Umum**

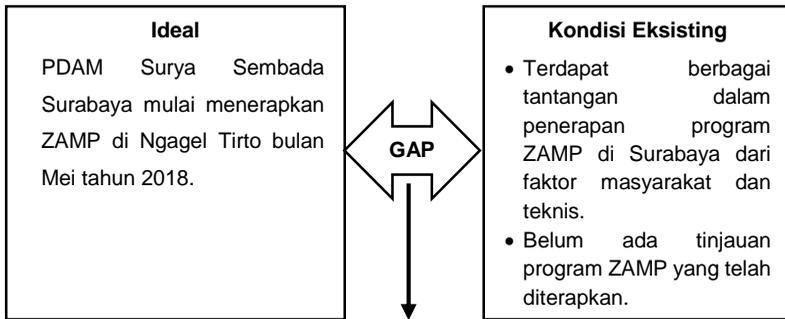
Metode penelitian merupakan acuan dalam pelaksanaan penelitian. Hasil akhir dari penelitian ini adalah evaluasi program Zona Air Minum Prima (ZAMP) di Ngagel Tirto Surabaya. Evaluasi dilakukan dengan menganalisis aspek operasional dan aspek pemanfaatan. Aspek operasional meliputi sistem distribusi, kualitas air yang didistribusikan dan tekanan pada jaringan berdasarkan data primer dan data sekunder. Data primer berupa *sampling* kualitas air dan tekanan pada jaringan distribusi ZAMP serta kuesioner terkait kualitas air yang didistribusikan ke pelanggan dan sarana dan prasarana air minum di rumah pelanggan ZAMP. Data sekunder berupa data jaringan distribusi ZAMP dan data kualitas air serta tekanan pada jaringan dari PDAM Surya Sembada Kota Surabaya. Aspek pemanfaatan yang dikaji terkait persentase pelanggan ZAMP yang mengonsumsi langsung air siap minum PDAM dari keran. Setelah melakukan evaluasi kemudian menentukan rencana pemantauan dan pemeliharaan kualitas air siap minum meliputi kualitas air, tekanan dan kehilangan air berdasarkan literatur.

#### **4.2 Kerangka Penelitian**

Tahap kerangka perencanaan menjelaskan tentang urutan kerja yang akan dilakukan pada proses penelitian yang dirancang berdasarkan permasalahan ide penelitian. Metode penelitian disusun sistematis dan rinci untuk mencapai tujuan penelitian. Adapun tujuan dari kerangka penelitian antara lain sebagai berikut.

1. Sebagai gambaran awal mengenai penelitian yang akan dilaksanakan agar penelitian dapat berjalan dengan lancar.
2. Mengetahui tahapan yang harus dilakukan dalam penelitian dari awal hingga akhir penelitian untuk tujuan penelitian.
3. Menghindari dan memperkecil kemungkinan terjadinya kesalahan yang terjadi selama penelitian berlangsung.

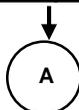
Kerangka penelitian Evaluasi Program Zona Air Minum Prima (ZAMP) di Ngagel Tirto Surabaya dapat dilihat pada Gambar 4.1.

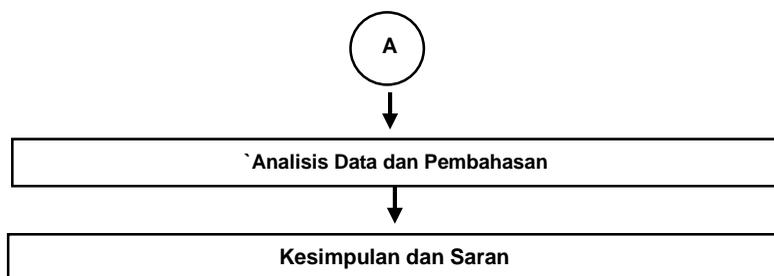


**Ide Studi**  
Evaluasi Program Zona Air Minum Prima (ZAMP) di Ngagel Tirto Surabaya

- Tinjauan Pustaka**
- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Zona Air Minum Prima (ZAMP)      | 7. Analisa Jaringan dengan WaterCAD |
| 2. Kebutuhan Air                    | 8. Persyaratan Kualitas Air Minum   |
| 3. Fluktuasi kebutuhan air          | 9. Persepsi dan Kepuasan Pelanggan  |
| 4. Sistem Distribusi Air Minum      | 10. Skala Likert                    |
| 5. Kehilangan Air                   | 11. Metode Perhitungan Sampel       |
| 6. Tekanan pada Jaringan Distribusi |                                     |

- Pengumpulan Data**
- | <b>Data Primer</b>  | <b>Data Sekunder</b>  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Survei mengenai persepsi dan kepuasan pelanggan terhadap kualitas, kontinuitas dan kuantitas air siap minum yang didistribusikan ke pelanggan</li> <li>b. Survei sarana dan prasarana fasilitas air minum di rumah pelanggan ZAMP</li> <li>c. Survei mengenai pemanfaatan air siap minum saat ini.</li> <li>d. Kualitas air siap minum dengan parameter sisa klor dan total <i>coliform</i>.</li> <li>e. Tekanan pada jaringan distribusi.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Data jaringan distribusi ZAMP.</li> <li>b. Data tekanan pada jaringan distribusi ZAMP.</li> <li>c. Data debit produksi, air terdistribusi dan air terjual ZAMP Bulan Desember 2018 sampai Januari 2019</li> <li>d. Data pelanggan dan SR</li> </ul> |





Gambar 4. 1 Kerangka Penelitian

### 4.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian berisi tentang langkah-langkah yang dilakukan saat penelitian. Tahapan penelitian meliputi ide studi, studi pustaka, pengumpulan data, analisis data dan pembahasan serta kesimpulan dan saran.

#### 4.3.1 Ide Studi

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh diterapkannya program ZAMP di Ngagel Tirta mulai bulan Mei 2018 PDAM Surya Sembada Surabaya telah rutin melakukan pengujian terhadap kualitas air minum serta telah memiliki peta jaringan distribusi. Namun untuk menerapkan program ZAMP di Surabaya, terdapat beberapa tantangan yang harus dihadapi baik dari faktor masyarakat maupun dari faktor teknis. Oleh karena itu, untuk mengetahui kondisi dan keberhasilan dari penerapan program ZAMP, dilakukan evaluasi secara berkala. Diharapkan air siap minum yang disediakan oleh PDAM Surya Sembada Surabaya dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya dan dapat mengurangi biaya pembelian air minum dalam kemasan bagi masyarakat pada daerah yang terlayani air siap minum sehingga dapat menghemat pengeluaran masyarakat.

#### 4.3.2 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mendukung penelitian tugas akhir dan dijadikan acuan dalam melakukan analisis dan pembahasan. Sumber literatur yang diambil antara lain berasal dari media masa, peraturan pemerintah, peraturan menteri kesehatan, internet, buku - buku, artikel, jurnal, penelitian, seminar dan tugas akhir terdahulu. Penelitian ini menggunakan

tinjauan pustaka mengenai Zona Air Minum Prima (ZAMP), kebutuhan air, fluktuasi pemakaian air, sistem distribusi air minum, kehilangan air, persyaratan kualitas air minum, tekanan pada jaringan distribusi, analisa jaringan dengan menggunakan WaterCAD V8i, persepsi dan kepuasan pelanggan, skala *likert* dan metode perhitungan sampel.

#### **4.3.3 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian evaluasi program ZAMP adalah di area eksisting yang telah dilayani program ZAMP yaitu di Ngagel Tirto IV, Ngagel Tirto V, Bratang Satu 1F dan Bratang Satu 1G. Lokasi Studi dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan Lampiran 6.

#### **4.3.4 Perijinan**

Perijinan dilakukan untuk keperluan pengambilan data atau pengumpulan data. Proses perijinan dilakukan dengan pembuatan proposal dan surat pengantar dari Departemen Teknik Lingkungan ITS yang ditujukan kepada pihak-pihak terkait. Pihak yang dimaksud antara lain PDAM Surya Sembada Surabaya dan Bakesbangpol Kota Surabaya untuk mendapatkan surat resmi kunjungan ke instansi yang terkait. Instansi tersebut adalah Kecamatan Wonokromo dan Kelurahan Ngagelrejo. Setelah proses perijinan telah dilakukan sesuai regulasi yang ada maka bisa dilakukan proses pengambilan data dari instansi-instansi tersebut.

#### **4.3.5 Pengumpulan Data**

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

##### **1. Data primer**

Data primer yang akan diambil meliputi :

##### **A. Kuesioner pelanggan ZAMP**

Fakta lapangan akan diperoleh melalui survei secara langsung menggunakan kuesioner dengan angket semi terbuka. Metode kuesioner dipilih karena lebih cocok untuk populasi yang besar dan tersebar sehingga dalam waktu singkat banyak data yang diperoleh. Angket semi terbuka maksudnya jawaban pertanyaan sudah diberi peneliti, tetapi ada pertanyaan

diberi kesempatan untuk menjawab sesuai kemauan responden.

Data primer yang akan diperoleh dari kuesioner kepada pelanggan ZAMP antara lain:

- ✓ karakteristik pelanggan ZAMP
- ✓ sarana dan prasarana air minum di rumah pelanggan ZAMP
- ✓ persepsi pelanggan terhadap kualitas, kuantitas dan kontinuitas
- ✓ kepuasan pelanggan terhadap kualitas, kuantitas dan kontinuitas
- ✓ pengetahuan responden mengenai program ZAMP
- ✓ pemanfaatan air siap minum oleh pelanggan ZAMP
- ✓ jumlah konsumsi air minum kemasan (galon) pelanggan tiap bulan
- ✓ minat masyarakat terhadap program ZAMP ke depannya

Pengambilan sampel menggunakan metode *proportional random sampling*. Jumlah responden berdasarkan jumlah pelanggan yang telah dilayani program ZAMP yaitu 152 SR. Perhitungan jumlah responden menggunakan persamaan 2.5 adalah sebagai berikut:

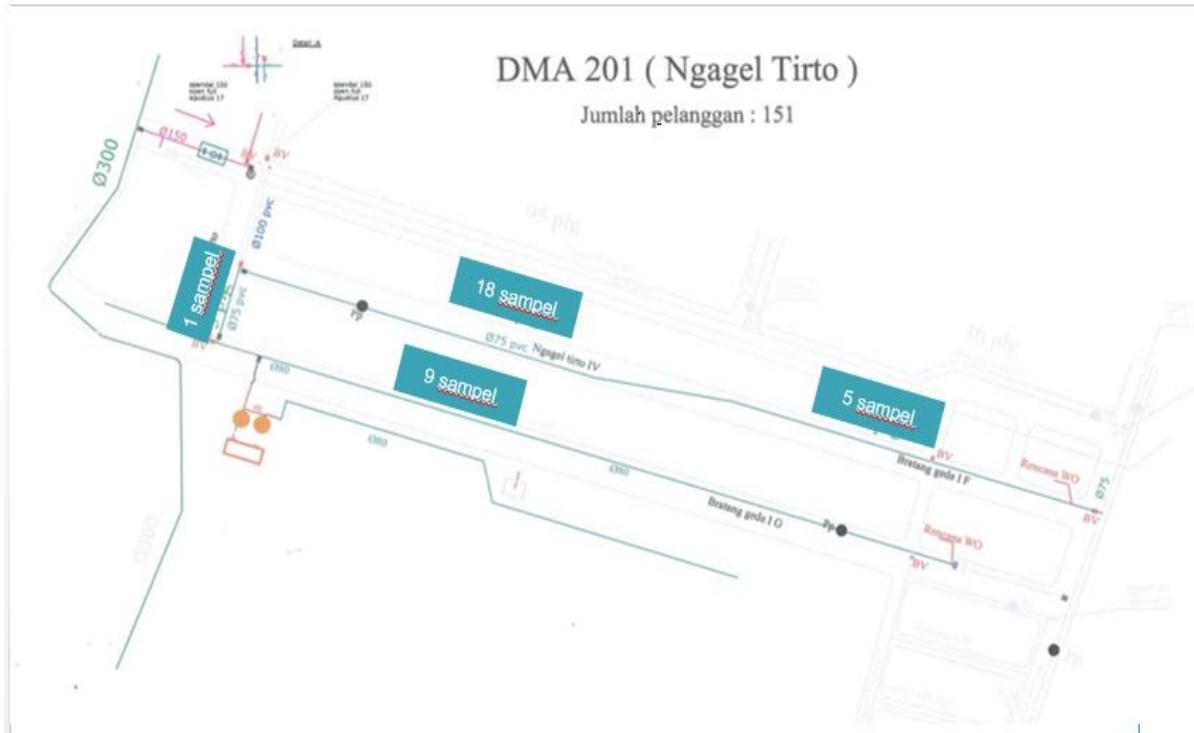
$$n = \frac{N Z^2 P (1-P)}{(N-1)d^2 + Z^2 P(1-P)}$$
$$n = \frac{152 \times 1,282^2 \times 0,5 \times (1-0,5)}{(152-1)0,1^2 + 1,282^2 \times 0,5(1-0,5)} = 33 \text{ responden}$$

Jadi, jumlah responden kuesioner adalah 33 responden. Jumlah responden ini dianggap sudah cukup representatif dan sebagaimana dikemukakan oleh Baley dalam Mahmud (2011) yang menyatakan bahwa untuk penelitian yang menggunakan analisis data statistik, ukuran sampel paling minimum adalah 30 sampel. Lokasi titik pengambilan sampel dapat dilihat pada Lampiran 6. Banyaknya sampel tiap area ditentukan

dengan perbandingan persentase jumlah SR tiap area yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Jumlah Responden *Sampling* Kuesioner Evaluasi Program ZAMP

<b>Area</b>	<b>Jumlah SR</b>	<b>% Jumlah SR</b>	<b>Jumlah SR yang <i>disampling</i></b>
Area 1	<b>3</b>	1,97%	1
Area 2	<b>41</b>	26,97%	9
Area 3	<b>81</b>	53,29%	18
Area 4	<b>27</b>	17,76%	5
Jumlah	<b>152</b>	100,00%	33



Gambar 4. 2 Peta Pembagian Jumlah Sampel berdasarkan Area pada DMA 201 (Ngagel Tirto)

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***

Gambar 4.3 adalah dokumentasi saat kuesioner kepada responden. Daftar pertanyaan untuk responden dapat dilihat pada Lampiran 3.



Gambar 4. 3 Pengambilan Data Kuesioner dengan Wawancara pada Responden

#### B. Data Kualitas Air

Pengambilan data langsung kualitas air di lapangan meliputi parameter total *coliform* dan sisa klor di sambungan rumah pelanggan yang dilayani ZAMP untuk menentukan apakah air siap minum yang didistribusikan ke pelanggan telah layak diminum dan sesuai standar kualitas air minum Permenkes No.492 Tahun 2010 dan Pemenkes No. 736 Tahun 2010. Pada penelitian ini, jumlah sampel sama dengan jumlah responden untuk kuesioner program ZAMP yaitu 33 titik keran depan rumah pelanggan yang menjadi responden kuesioner evaluasi program ZAMP. Persiapan penelitian untuk memperoleh data kualitas air siap minum meliputi persiapan alat dan bahan antara lain:

- Botol sampel 250 mL yang telah disterilisasi, untuk pengambilan sampel air untuk uji total *coliform*
- Komparator (*Lovibond, Germany*) dan tablet DPD 1 (*Diethyl Phenylene Diamene*) untuk uji sisa klor.

Pelaksanaan penelitian kualitas air siap minum dilakukan dengan pelaksanaan di lapangan dan

pelaksanaan di laboratorium Teknik Lingkungan FTSLK ITS. Prosedur analisis kualitas air dapat dilihat pada Lampiran 1.

a) Pelaksanaan Lapangan

Pelaksanaan penelitian yang dilakukan di lapangan antara lain mengambil sampel air untuk analisis total *coliform* dan sisa klor dan pemeriksaan sisa klor. Langkah-langkah pengambilan sampel dan pemeriksaan sisa klor dapat dilihat pada Lampiran 1.

- Pengambilan sampel air

Acuan yang digunakan dalam pengambilan sampel air adalah PERMENKES 736/MENKES/PER/VI/2010 sebagai panduan tentang teknik pengambilan contoh air. Pengambilan sampel air seperti Gambar 4.4 akan dilakukan 1 kali pada setiap titik *sampling*.



Gambar 4. 4 Pengambilan Sampel Air

- Pemeriksaan sisa klor

Metode pemeriksaan sisa klor dalam air menggunakan metode kolorimetri dengan alat komparator Lovibond. Pemeriksaan berdasarkan perbandingan warna yang dihasilkan oleh zat dalam kuantitas yang tidak diketahui dengan warna yang sama yang dihasilkan oleh kuantitas yang diketahui dari zat yang akan ditetapkan.

Kadar klorin akan dibaca berdasarkan warna yang dibentuk pereaksi DPD (Basset dkk, 1994). Pemeriksaan sisa klor dilakukan langsung di lapangan karena konsentrasi klor yang mudah berubah terhadap waktu. Pemeriksaan sisa klor akan dilakukan 1 kali pada setiap titik *sampling*. Gambar 4.5 merupakan gambar saat melihat nilai sisa klor pada kran pelanggan.



Gambar 4. 5 Gambar Saat Melihat Nilai Sisa Klor

b) Pelaksanaan Laboratorium

Analisis yang dilakukan di laboratorium adalah uji total *coliform* dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan ITS. Adapun dengan prinsip untuk menghitung bakteri *coliform* (total *coliform*) dapat digunakan metode MPN. Perhitungan MPN berdasarkan pada jumlah tabung reaksi yang positif, yakni yang ditumbuhi oleh mikroba setelah diinkubasi pada suhu dan waktu tertentu. Pengamatan tabung yang positif dapat dilihat dengan mengamati timbulnya kekeruhan atau terbentuknya gas di dalam tabung kecil (tabung durham). Jika tidak terbentuk gas pada tabung Durham dihitung sebagai hasil negatif. Jumlah tabung yang positif dihitung pada masing-masing seri. MPN penduga dapat dihitung menggunakan tabel MPN.

### C. Data Tekanan pada Jaringan Distribusi

Pengambilan data tekanan di lapangan pada jaringan distribusi ZAMP untuk menentukan apakah tekanan pada titik pengukuran telah memenuhi kriteria yang sudah direncanakan di DMA oleh PDAM Surya Sembada Kota Surabaya. Pengambilan data tekanan dilakukan dengan membaca dan mencatat angka tekanan air pada alat manometer yang dipasang di pada keran di rumah pelanggan ketika akan dilakukan pengukuran tekanan. Gambar 4.6 merupakan gambar saat mengukur tekanan di keran depan rumah pelanggan.



Gambar 4. 6 Pengukuran Tekanan di Keran Depan Rumah Pelanggan

## 2. Data Sekunder

Data sekunder yang diperlukan pada penelitian ini antara lain :

- A. Data jaringan distribusi ZAMP.
- B. Data tekanan pada jaringan distribusi ZAMP.
- C. Data debit produksi, air terdistribusi dan air terjual ZAMP bulan Desember 2018 sampai Februari 2019 untuk menghitung kehilangan air.
- D. Data pelanggan dan SR.

### 4.3.6 Analisis dan Pembahasan

Analisis data dan pembahasan dilakukan setelah proses pengumpulan data, baik dari data primer maupun sekunder. Pembahasan bertujuan untuk memperjelas data yang telah

dilakukan pengolahan. Pembahasan dalam penelitian ini meliputi:

1. Analisis operasional Zona Air Minum Prima (ZAMP)  
Analisis operasional Zona Air Minum Prima (ZAMP) meliputi unit distribusi dan unit pelayanan:

a. Unit Distribusi

Pada unit distribusi yang dikaji meliputi kapasitas produksi dan kontinuitas pengaliran, fluktuasi pemakaian air, kebutuhan air kehilangan air, jaringan distribusi dan tekanan.

- Kapasitas produksi dan kontinuitas pengaliran

Berdasarkan data sekunder dari PDAM Surabaya periode bulan Desember 2018 sampai bulan Februari 2019, kemudian dianalisis kapasitas produksi dan kontinuitas pengaliran apakah telah 24 jam sesuai Permen PUPR No 27 Tahun 2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum.

- Fluktuasi Pemakaian Air

Berdasarkan data sekunder pencatatan *flowmeter* di inlet DMA 201 dari PDAM Surabaya periode bulan Desember 2018 sampai bulan Februari 2019, kemudian dianalisis fluktuasi pemakaian air pelanggan selama 24 yang disajikan dalam tabel dan grafik untuk mengetahui pemakaian air rata-rata, maksimum, minimum dan pola pemakaian air pelanggan ZAMP.

- Kebutuhan Air

Berdasarkan data sekunder dari PDAM Surabaya periode bulan Desember 2018 sampai bulan Februari 2019, kemudian dianalisis pemakaian dan kebutuhan air pelanggan domestik dan non-domestik.

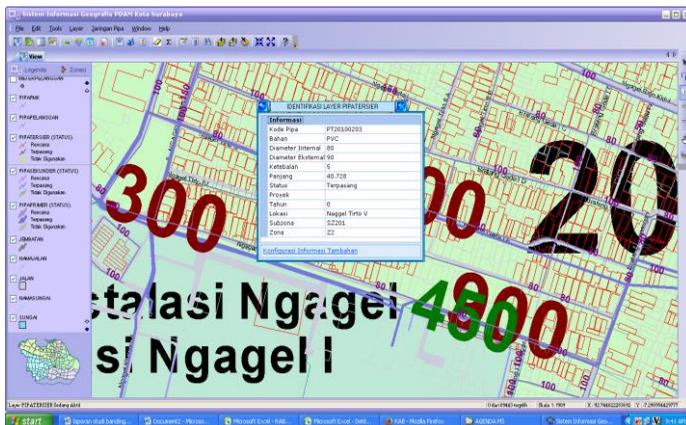
- Kehilangan Air

Berdasarkan data sekunder yaitu data pencatatan *flowmeter* di inlet jaringan DMA 201 dan data tagihan air pelanggan di DMA 201 dari PDAM Surabaya periode bulan Desember 2018 sampai bulan Februari 2019, kemudian dianalisis tingkat kehilangan air dengan

menghitung persentase selisih antara air yang terdistribusi dengan air yang terjual seperti pada persamaan 2.4.

- Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi yang dikaji adalah identifikasi jenis pipa apakah telah menggunakan material yang food grade, menganalisis kapasitas reservoir menggunakan metode tabulasi dan menganalisis kesesuaian perlengkapan instrument pembentuk DMA dengan kriteria yang tercantum Permen PUPR No 27 Tahun 2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum. Data perpipaan tersebut diperoleh dari *software* Sistem Informasi Geografis PDAM Surya Sembada Kota Surabaya yang contoh datanya dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Contoh Data Pipa dari Sistem Informasi Geografis PDAM Kota Surabaya

- Tekanan

Dilakukan pengukuran tekanan pada sambungan rumah pelanggan kemudian hasilnya dibandingkan dengan hasil analisis jaringan menggunakan WaterCAD v8i secara EPS (*Extended Period Simulation*) sesuai pola pemakaian air pelanggan berdasarkan data fluktuasi pemakaian air. Dalam pembahasan hasil

analisis jaringan dengan WaterCAD v8i, analisis tekanan pada jaringan terutama dilakukan pada titik terjauh saat jam pemakaian minimum hingga maksimum. Kemudian data tersebut dibandingkan dengan kriteria tekanan pada Permen PUPR No 27 Tahun 2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum.

b. Unit Pelayanan

Pada unit pelayanan yang dikaji meliputi sarana dan prasarana air minum di rumah pelanggan ZAMP, kualitas air minum yang didistribusikan ke pelanggan, persepsi dan kepuasan pelanggan terhadap pelayanan PDAM.

- Sarana dan prasarana air minum yang dikaji dalam penelitian ini terkait usia bangunan, jenis pipa yang digunakan, pernah atau tidaknya melakukan perbaikan dan perawatan pipa serta kepemilikan tandon berdasarkan hasil kuesioner ke pelanggan ZAMP. Analisis data menggunakan statistik deskriptif dan statistik sederhana (tabel dan grafik).
- Kualitas air minum yang didistribusikan ke pelanggan ditinjau berdasarkan parameter total *coliform* dan sisa klor yang dianalisis berdasarkan data primer hasil analisis sampel kualitas air di 33 sambungan rumah pelanggan. Analisis data hasil pemeriksaan parameter total *coliform* di laboratorium menggunakan metode MPN dibandingkan dengan PERMENKES No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Analisis data hasil pemeriksaan parameter sisa klor di lapangan dengan komparator Lovibond dan tablet DPD dibandingkan dengan PERMENKES No. 736/MENKES/PER/VI/2010 Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum. Analisis data menggunakan statistik deskriptif dan statistik sederhana (tabel dan grafik).

- Persepsi pelanggan terhadap kualitas, kuantitas dianalisis berdasarkan data primer yang diperoleh berdasarkan hasil kuesioner ke pelanggan ZAMP.
    - a. Dari segi kualitas, kuesioner yang dilakukan mengenai keberadaan bau obat/klor, jernih atau tidaknya, dan frekuensi diare. Data hasil *sampling* kualitas air disilangkan dengan hasil dari kuesioner kepada pelanggan untuk memperkuat kesimpulan. Analisis data menggunakan statistik deskriptif dan statistik sederhana (tabel dan grafik).
    - b. Kontinuitas pengaliran yang dianalisis berdasarkan data primer yang diperoleh berdasarkan hasil kuesioner ke pelanggan ZAMP. Analisis data menggunakan statistik deskriptif dan statistik sederhana (tabel dan grafik).
    - c. Tekanan yang dianalisis berdasarkan data primer hasil kuesioner ke pelanggan ZAMP. Parameter kuantitas dalam penelitian ini terkait tekanan aliran air yang sampai ke keran pelanggan. Analisis data menggunakan statistik deskriptif dan statistik sederhana (tabel dan grafik).
  - Kepuasan pelanggan yang dianalisis berdasarkan data primer yang diperoleh berdasarkan hasil kuesioner ke pelanggan ZAMP. Kepuasan hal ini terkait kualitas, kuantitas dan kontinuitas pengaliran di DMA 201. Analisis data menggunakan *skala likert*.
2. Analisis pemanfaatan air siap minum yang telah didistribusikan ke pelanggan ZAMP

Aspek pemanfaatan yang dikaji terkait persentase pelanggan ZAMP yang mengonsumsi langsung air siap minum PDAM dari keran untuk memenuhi kebutuhan konsumsi. Analisis data berdasarkan data primer yaitu hasil kuesioner

kepada pelanggan yang telah dilayani program ZAMP. Analisis data menggunakan statistik deskriptif dan statistik sederhana (tabel dan grafik). Selain itu dianalisis persentase penghematan pengeluaran per bulan apabila pelanggan beralih dari penggunaan air air minum kemasan (galon) menjadi air siap minum PDAM. Kemudian dianalisis juga minat pelanggan terhadap air siap minum PDAM ke depannya.

### 3. Rencana Pemantauan dan Pemeliharaan Kualitas Air

Setelah melakukan evaluasi kemudian menentukan rencana pemantauan dan pemeliharaan kualitas air siap minum yang tepat agar dapat diterima pelanggan dengan memenuhi standar kualitas air minum. Rencana pemantauan dan pemeliharaan kualitas air siap minum meliputi kualitas air, tekanan dan kehilangan air yang ditentukan berdasarkan literatur dan studi kasus penerapan program ZAMP pada PDAM lainnya.

#### **4.3.7 Kesimpulan dan Saran**

Pembuatan kesimpulan hasil penelitian berdasarkan dari hasil analisis. Analisis data yang telah dilakukan akan didukung dengan teori yang ada. Kesimpulan akan menjawab dari tujuan penelitian. Saran dibuat dari hasil kesimpulan dan berfungsi sebagai bahan penelitian selanjutnya.

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***

## **BAB 5**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Evaluasi Operasional Zona Air Minum Prima (ZAMP) di Ngagel Tirto Surabaya**

Menurut Patton (1990), evaluasi adalah sebuah proses yang secara kritis memeriksa program yang dijalankan yakni mengumpulkan dan menganalisis informasi sebuah aktivitas, karakteristik dan keuntungan. Dalam rangka evaluasi, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi hal yang harus diperbaiki dalam rangka memperbaiki efektivitas kinerja suatu program. Berdasarkan Permen PUPR No 27 Tahun 2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum Lampiran IX tentang Dokumen Standar Evaluasi, evaluasi penyelenggaraan SPAM dibagi menjadi empat komponen yaitu evaluasi teknis, evaluasi keuangan, evaluasi kelembagaan, sumber daya manusia dan evaluasi pelayanan air minum. Evaluasi teknis meliputi unit air baku, unit produksi, unit distribusi dan unit pelayanan. Pada penelitian ini, evaluasi operasional ZAMP di Ngagel Tirto dilakukan pada komponen teknis yang meliputi unit distribusi dan unit pelayanan. Dari segi teknis, evaluasi membandingkan kondisi eksisting dengan kriteria yang telah ditetapkan.

##### **5.1.1 Unit Distribusi**

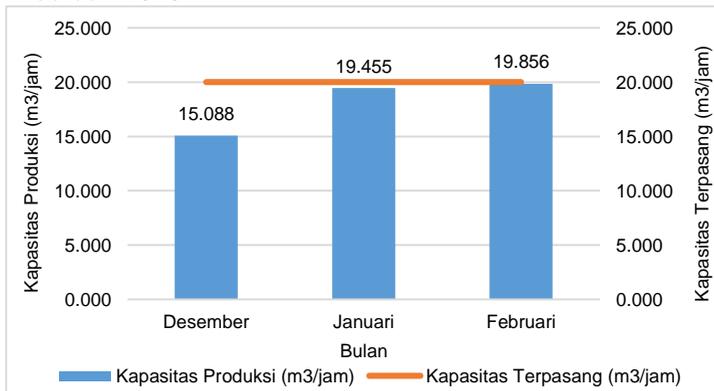
Pada penelitian ini evaluasi unit distribusi yang dilakukan meliputi kapasitas produksi dan kontinuitas pengaliran, fluktuasi pemakaian air, kebutuhan air, kehilangan air, jaringan distribusi dan tekanan.

###### **5.1.1.1 Analisis Kapasitas Produksi dan Kontinuitas Pengaliran**

DMA 201 menerima suplai air dari instalasi ZAMP dengan kapasitas rata-rata dalam 3 bulan terakhir adalah 18,134 m<sup>3</sup>/jam atau 435,224 m<sup>3</sup>/hari. Kapasitas instalasi ZAMP yang terpasang saat ini adalah 20 m<sup>3</sup>/jam. Debit produksi atau debit suplai adalah debit air *output* dari pengolahan instalasi ZAMP. Pada instalasi ZAMP, alat ukur

debit produksi yang digunakan adalah rotameter. Rotameter terdiri dari pipa tirus tegak yang di dalamnya ditempatkan sebuah benda pengapung. Aliran fluida mengalir dari bawah ke atas memasuki ruang rotameter. Adanya laju aliran fluida, maka benda pengapung yang ada di dalamnya bergerak naik dan turun sesuai dengan besarnya debit aliran fluida.

Pencatatan debit produksi dilakukan secara manual oleh operator setiap jam sampai dengan 24 jam. Data hasil pengukuran kapasitas produksi dapat dilihat pada grafik Gambar 5.1 yang menunjukkan bahwa kapasitas produksi air siap minum PDAM Surya Sembada Kota Surabaya mengalami peningkatan setiap bulannya. Hal ini dapat dilihat pada grafik Gambar 5.1, dimana pada bulan Desember 2018 kapasitas produksi dari 15,088 m<sup>3</sup>/jam meningkat menjadi 19,455 m<sup>3</sup>/jam pada bulan Januari 2019 dan meningkat lagi menjadi 19,856 m<sup>3</sup>/jam pada bulan Februari 2019.



Gambar 5. 1 Kapasitas Produksi Air Siap Minum PDAM Surya Sembada Kota Surabaya Bulan Desember 2018 hingga Bulan Februari 2019

Kapasitas produksi dipengaruhi oleh kapasitas unit pengolahan. Sedangkan kapasitas dan unit pengolahan air tergantung pada kualitas air baku yang akan diolah (Masduqi dan Assomadi, 2012). Kualitas air baku yang baik (beban pencemar rendah) tidak memerlukan unit pengolahan yang rumit. Semakin besar kapasitas air yang

diolah maka beban pencemar yang diolah juga semakin banyak. Hal ini membuat unit bekerja lebih keras untuk menghasilkan air yang senantiasa memenuhi persyaratan kualitas air minum. Semakin lama unit dipaksa untuk bekerja keras (mendekati kapasitas maksimum produksi) maka unit akan mengalami penurunan kinerja seperti penurunan *rate* filtrasi dan penurunan efektivitas desinfeksi sehingga mempengaruhi kualitas air yang dihasilkan. Oleh karena itu, apabila terajadi peningkatan kapasitas produksi, maka perlu diperhatikan juga kualitas air yang dihasilkan.

Instalasi ZAMP dan sistem distribusi telah kontinu 24 jam. Namun terjadi beberapa hari dimana instalasi tidak beroperasi kontinu 24 jam yang disebabkan oleh gangguan teknis seperti listrik mati, air baku habis karena sensor tandon rusak atau sedang ada perbaikan baik di instalasi maupun di pipa distribusi. Apabila unit ZAMP tidak beroperasi, maka pompa distribusi dari instalasi ZAMP juga dalam posisi *off*. Namun kondisi ini biasanya terjadi sekitar 2-3 jam saja dalam satu hari tersebut. Opsi yang dilakukan PDAM selama ini apabila instalasi tidak beroperasi karena ada kerusakan adalah dengan melakukan *bypass* dimana air yang air dari reservoir IPAM Ngagel III yang harusnya diproses lagi di instalasi menjadi langsung dipompakan ke pelanggan. Sehingga walaupun terjadi kendala di instalasi ZAMP, pelanggan masih memperoleh suplai air bersih. Namun opsi *bypass* ini seharusnya dihindari karena air yang didistribusikan kualitasnya tidak siap minum sehingga terjadi penurunan kualitas air dibandingkan keadaan normal. Upaya yang perlu dilakukan untuk mengantisipasi masalah tersebut tanpa menggunkan opsi *bypass*s:

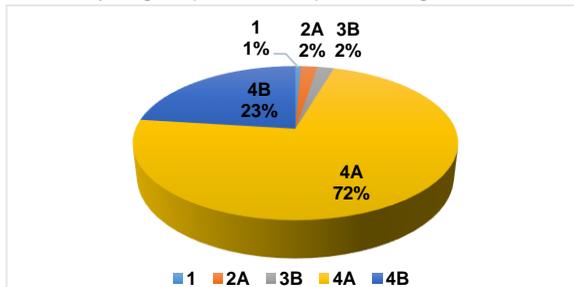
1. Perlu pemasangan genset khusus instalasi untuk mengatasi kendala listrik mati.
2. Pergantian sensor tangki.
3. Mendesain reservoir yang bisa menampung air hasil produksi sehingga ketika instalasi mati, maka masih ada suplai air siap minum. Perhitungan ulang volume reservoir dapat dilihat pada sub bab 5.1.1.5.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa kapasitas produksi rata-rata ZAMP Bulan Desember 2018 hingga bulan

Februari 2019 adalah 18,134 m<sup>3</sup>/jam dan hampir kontinu 24 jam. Namun jika pihak PDAM akan memperluas pelayanan ZAMP perlu dipastikan kapasitas produksi memadai dan sistem telah benar-benar kontinu 24 jam tanpa adanya opsi *bypass* yaitu dengan menerapkan opsi diatas agar kebutuhan air minum pelanggan terjamin baik secara kualitas, kuantitas dan kontinuitas.

### 5.1.1.2 Analisis Fluktuasi Pemakaian Air

Data fluktuasi pemakaian air merupakan data yang penting karena kapasitas sistem harus mencukupi untuk mengatasi kebutuhan air puncak. Pembacaan meter induk berguna untuk menghitung kebutuhan air bersih sehingga didapatkan faktor jam puncak (fp). Berdasarkan data pelanggan ZAMP PDAM Surya Sembada Kota Surabaya, persentase jumlah SR berdasarkan kelompok tarif air PDAM di DMA 201 yang dapat dilihat pada diagram Gambar 5.2.



Gambar 5. 2 Persentase Jumlah SR Berdasarkan Kelompok Tarif Air PDAM

Berdasarkan diagram Gambar 5.2, mayoritas pelanggan ZAMP termasuk dalam klasifikasi pelanggan dengan kode tarif 4A yaitu sebanyak 72% (110 SR). Sedangkan 23% (35 SR) termasuk klasifikasi pelanggan dengan kode tarif 4B; 2% (3 unit) termasuk klasifikasi pelanggan dengan kode tarif 3B; 2% (3 unit) termasuk klasifikasi pelanggan dengan kode tarif 2A; dan 1% (1 unit) lainnya termasuk kelompok tarif 1. Dengan mengetahui kode tarif pelanggan, dapat diketahui pelanggan tersebut termasuk ke dalam klasifikasi kelompok pelanggan seperti apa sehingga selanjutnya dapat menentukan pelanggan

domestik dan pelanggan non-domestik. Klasifikasi pelanggan dan tarif air minum PDAM Surya Sembada Kota Surabaya sesuai kondisi wilayah studi dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Klasifikasi Pelanggan dan Tarif Air Minum PDAM Surya Sembada Kota Surabaya

Kode Tarif	Klasifikasi	Pemakaian Air (m3)	Tarif Air (Rp/m3)	Pemakaian Min/Bln
1	Tempat Ibadah	Non progresif	600	10
2A	1. Balai RW 2. TK Swasta 3. Rumah Tangga (RT) 1	0-10	350	10
		11-20	600	
		21-30	900	
		>30	1800	
3B	Kegiatan usaha /industri/profesi perorangan yang berskala Ekonomi kecil	0-10	1500	10
		11-20	3500	
		>20	6000	
4A	Rumah Tangga (RT) 3	0-10	1000	10
		11-20	1500	
		>20	2500	
4B	Rumah Tangga (RT) 4	0-10	1500	10
		11-20	2200	
		>20	3500	

Sumber : <https://www.pdam-sby.go.id/>

Berdasarkan Tabel 5.1, dapat ditarik kesimpulan bahwa pada daerah yang dilayani DMA 201 ini didominasi oleh pelanggan domestik (rumah tangga) sebesar 98% yaitu rumah tangga (RT 1, RT 3 & RT 4) dan kegiatan usaha /industri/profesi perorangan yang berskala ekonomi kecil. Kegiatan usaha /industri/profesi perorangan yang berskala ekonomi kecil dimasukkan ke dalam kelompok pelanggan domestik karena skalanya kecil (rumah tangga) sehingga pegawainya adalah anggota keluarganya sendiri yang tinggal di rumah tersebut (tidak menyerap tenaga kerja dari luar) sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan air rumah tangga. Sedangkan 2% lainnya merupakan pelanggan non-domestik yaitu tempat ibadah, tempat

pendidikan (TK Swasta) dan Balai RW. Hal ini dapat digunakan sebagai gambaran bahwa tingkat hunian pada wilayah studi sangat tinggi.

Pada lokasi studi, terdapat 9 SR pada gang yang dilayani ZAMP yang belum memperoleh suplai air siap minum PDAM sehingga cakupan pelayanan ZAMP pada gang tersebut hanya 94,4% dari keseluruhan SR yang telah dilayani PDAM. Pelanggan yang belum dilayani ZAMP di gang tersebut masih mendapatkan suplai air bersih dari PDAM melalui pipa terpisah.

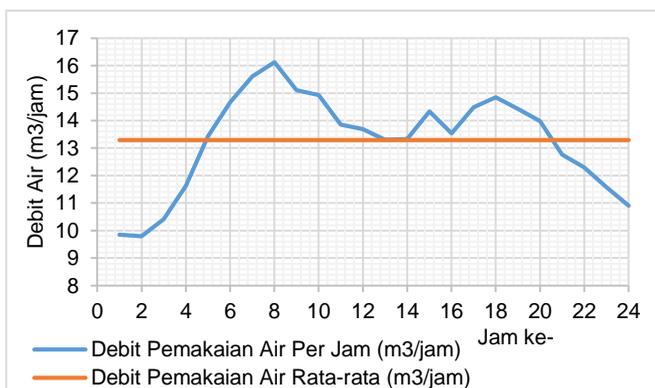
Berdasarkan data hasil pencatatan meter induk DMA 201 dapat ditentukan pemakaian air rata-rata setiap jam dari jam 01.00-24.00 WIB. Data debit pemakaian air tiap jam tersebut kemudian dihitung persentase pemakaian air tiap jam dalam 24 jam dengan cara debit pemakaian per jam dibagi debit pemakaian air total dalam sehari. Selanjutnya menghitung faktor pemakaian air setiap jam sehingga dapat menentukan faktor terbesar dari 24 jam yang merupakan faktor jam puncak. Fluktuasi rata-rata pemakaian air pelanggan ZAMP pada 3 bulan terakhir yang dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Fluktuasi Rata-rata Pemakaian Air Pelanggan ZAMP di DMA 201 Bulan Desember 2018 sampai Februari 2019

JAM	Debit (m <sup>3</sup> /jam)	%	Faktor
	a	b= a/Q total	c=a/Q rata-rata
1	9,855	3,09%	0,742
2	9,791	3,07%	0,737
3	10,415	3,27%	0,784
4	11,624	3,64%	0,875
5	13,426	4,21%	1,010
6	14,668	4,60%	1,104
7	15,606	4,89%	1,174
8	16,120	5,05%	1,213
9	15,108	4,74%	1,137
10	14,935	4,68%	1,124
11	13,857	4,35%	1,043
12	13,691	4,29%	1,030

JAM	Debit (m <sup>3</sup> /jam)	%	Faktor
	a	b= a/Q total	c=a/Q rata-rata
13	13,309	4,17%	1,002
14	13,327	4,18%	1,003
15	14,336	4,50%	1,079
16	13,535	4,24%	1,019
17	14,487	4,54%	1,090
18	14,848	4,66%	1,117
19	14,425	4,52%	1,086
20	13,982	4,38%	1,052
21	12,762	4,00%	0,960
22	12,304	3,86%	0,926
23	11,588	3,63%	0,872
24	10,910	3,42%	0,821
Total	318,910	100%	24
Rata-rata	13,288	4,17%	1
Maksimum	16,120	5,05%	1,213
Minimum	9,791	3,07%	0,737

Berdasarkan hasil perhitungan Tabel 5.2, grafik fluktuasi rata-rata debit pemakaian air pelanggan air dapat pada Gambar 5.3 berikut.



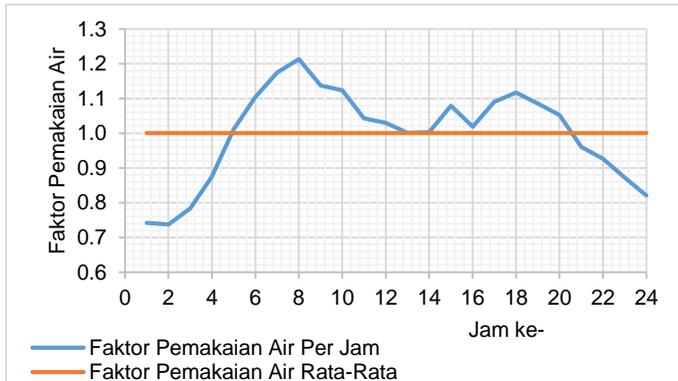
Gambar 5. 3 Fluktuasi Rata-rata Debit Pemakaian Air Pelanggan ZAMP di DMA 201

Berdasarkan grafik Gambar 5.3, dapat dilihat bahwa pemakaian air rata-rata adalah 13,288 m<sup>3</sup>/jam. Pemakaian air maksimum terjadi pada pukul 08.00 WIB dengan debit pemakaian air 16,120 m<sup>3</sup>/jam. Pemakaian air minimum terjadi pada pukul 02.00 WIB dengan debit pemakaian air 9,791 m<sup>3</sup>/jam. Selanjutnya dianalisis faktor pemakaian air setiap jamnya. Sebagai contoh perhitungan pola pemakaian air berdasarkan data Tabel 5.2, dengan rata-rata pemakaian air setiap jam adalah 13,288 m<sup>3</sup>/jam dan debit pemakaian air terbesar yaitu pada pukul 08.00 adalah 16,120 m<sup>3</sup>/jam, maka perhitungan jam puncak DMA 201 adalah sebagai berikut :

$$\text{Faktor jam puncak} = \frac{\text{debit pemakaian air terbesar}}{\text{debit pemakaian air rata-rata}} \dots 5.1$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor jam puncak} &= \frac{16,120 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}}}{13,288 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}}} \\ &= 1,21 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang dapat dilihat pada Tabel 5.2, grafik fluktuasi rata-rata faktor pemakaian air pelanggan dapat dilihat pada Gambar 5.4. berikut.



Gambar 5. 4 Fluktuasi Rata-rata Faktor Pemakaian Air Pelanggan ZAMP di DMA 201

Berdasarkan grafik Gambar 5.4, faktor pemakaian air tertinggi adalah pada pukul 08.00 WIB dengan faktor pemakaian air 1,21. Karena suplai air dan pemakaian

airnya 24 jam *nonstop*, oleh karena itu faktor jam puncak tidak terlalu besar. Pada DMA 201, faktor jam puncak kecil karena merupakan daerah yang padat penduduk dimana menurut Fauziah (2018), semakin padat penduduk menurunkan kecil beban puncaknya. Faktor jam puncak pemakaian air adalah 1,21 dan masih berada dalam *range* faktor jam puncak Permen PUPR No 27 Tahun 2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum yaitu 1,15-3. Hal ini menunjukkan bahwa keadaan pengaliran air ke area yang dilayani tersebut tidak terjadi fluktuasi pemakaian air yang tajam sehingga pada jam puncak dan jam pemakaian minimum, suplai air tidak mengalami penurunan yang signifikan.

Berdasarkan hasil analisis data sub bab 5.1.1.1, rata-rata debit hasil produksi instalasi ZAMP adalah 18,134 m<sup>3</sup>/jam. Sedangkan pemakaian air pelanggan ZAMP di DMA 201 pada jam puncak adalah 16,120 m<sup>3</sup>/jam. Pemakaian air rata-rata yang tercatat di meter induk tersebut sudah termasuk kebutuhan air pelanggan dan kehilangan air pada jaringan distribusi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kapasitas produksi dapat memenuhi kebutuhan air pelanggan selama bulan Desember 2018 hingga bulan Februari 2019.

### **5.1.1.3 Analisis Kebutuhan Air**

Pada penelitian ini, analisa kebutuhan air dilakukan pada kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non-domestik.

#### **a. Kebutuhan Air Domesik**

Berdasarkan data pelanggan DMA 201 dari PDAM Surya Sembada kota Surabaya, debit air yang terjual rata-rata selama bulan Desember 2018 sampai Februari 2019 adalah 34,136 m<sup>3</sup>/SR/bulan. Pada DMA 201 terdapat 152 SR dimana 98% dari keseluruhan yaitu 149 SR merupakan pelanggan domestik. Berdasarkan hasil kuesioner, rata-rata jumlah penduduk tetap dalam satu rumah di DMA 201 adalah 5 orang. Berikut merupakan perhitungan kebutuhan air domestik per orang per hari :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah air terjual rata-rata/bulan} &= 34,136 \text{ m}^3/\text{SR/bulan} \\ \text{Jumlah air terjual rata-rata/bulan} &= 34136 \text{ L/SR/bulan} \\ &= 1137,9 \text{ L/SR/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian air rata-rata/orang} &= \frac{1137,9 \text{ L/SR/hari}}{5 \text{ orang/SR}} \\ &= 227,6 \text{ L/orang/hari} \\ &\approx 228 \text{ L/orang/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pelanggan} &= 149 \text{ SR} \times 5 \text{ orang/SR} \\ &= 745 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_d &= M_n \times S \\ &= 745 \text{ orang} \times 228 \text{ L/orang/hari} \\ &= 169,860 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, pemakaian air rata-rata pelanggan ZAMP adalah 228 L/orang/hari. Menurut Permen PU No. 18/PRT/M/2007, kriteria pemakaian air untuk sambungan rumah pada ukuran kota metropolitan seperti halnya Surabaya adalah 190 L/orang/hari. Hal ini menunjukkan bahwa pemakaian air rata-rata pelanggan di DMA 201 Ngagel Tirto Surabaya sangat tinggi. Faktor yang mempengaruhi pemakaian air rata-rata yang besar karena kemudahan dalam mengakses air tersebut. Hal ini dikarenakan lokasinya yang dekat dengan instalasi pengolahan yang menyebabkan aliran air cenderung lebih deras sehingga air yang dikeluarkan lebih banyak ketika membuka keran air. Kebutuhan domestik pelanggan ZAMP di DMA 201 Ngagel Tirto adalah 169,860 m<sup>3</sup>/hari.

#### **b. Kebutuhan Air Non Domesik**

Pada DMA 201 terdapat 152 SR dimana 2% dari keseluruhan yaitu 3 SR merupakan pelanggan non-domestik. Berikut merupakan perhitungan kebutuhan air non-domestik setiap klasifikasi pelanggan non-domestik :

- Tempat ibadah (kode tarif 1)
  - Jumlah unit = 1 unit
  - Debit rata-rata pemakaian air PDAM Bulan Desember 2018 sampai Februari 2019 = 73 m<sup>3</sup>/bulan
  - = 73000 L/bulan
  - Pemakaian air rata-rata/unit =  $\frac{73000 \text{ L/bulan}}{1 \text{ unit}}$

$$\begin{aligned} \text{Pemakaian air rata-rata/unit} &= 73000 \text{ L/unit/bulan} \\ &= 2433,3 \text{ L/unit/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Qnd} &= F \times S \\ &= 1 \text{ unit} \times 2433,3 \text{ L/unit/hari} \\ &= 2,433 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Pemakaian air rata-rata untuk tempat ibadah adalah 2433,3 L/unit/hari. Menurut Permen PU No. 18/PRT/M/2007 pada Tabel 2.2, standar pemakaian air untuk masjid adalah 3000 L/unit/hari. Hal ini menunjukkan pemakaian air pada fasilitas tempat ibadah di DMA 201 lebih kecil daripada standar kebutuhan air untuk masjid biasanya. Kebutuhan air non-domestik untuk tempat ibadah di DMA 201 Ngagel Tirto adalah 2,433 m<sup>3</sup>/hari.

- Balai RW (kode tarif 2A)  
 Jumlah unit = 1 unit  
 Debit rata-rata pemakaian air PDAM Bulan Desember 2018 sampai Februari 2019 = 31 m<sup>3</sup>/bulan  
 = 31000 L/bulan  
 Pemakaian air rata-rata/unit =  $\frac{31000 \text{ L/bulan}}{1 \text{ unit}}$   
 = 31000 L/unit/bulan  
 = 1033,3 L/unit/hari

$$\begin{aligned} \text{Qnd} &= F \times S \\ &= 1 \text{ unit} \times 1033,3 \text{ L/unit/hari} \\ &= 1,033 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Pemakaian air rata-rata untuk Balai RW adalah 1033,3 L/unit/hari. Menurut kriteria Standar Pemakaian Air menurut PPSAB Jawa Barat, kriteria pemakaian air untuk Balai pertemuan seperti balai RW adalah 2000 L/unit/hari. Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi air di Balai RW 03 cukup rendah. Faktor yang mempengaruhi adalah jarang ada kegiatan yang diadakan di Balai RW tersebut. Kegiatan rutin seperti posyandu balita dan lansia hanya 1-2 kali dalam sebulan dengan durasi yang singkat sehingga tidak memerlukan konsumsi air

yang banyak. Kebutuhan air non-domestik untuk Balai RW di DMA 201 Ngagel Tirto adalah 1,033 m<sup>3</sup>/hari.

- Sekolah (kode tarif 2A)  
Jumlah murid = 120 murid  
Debit rata-rata pemakaian air PDAM Bulan Desember 2018 sampai Februari 2019 = 8,667 m<sup>3</sup>/bulan  
= 0,289 m<sup>3</sup>/hari  
= 289 L/hari  
Pemakaian air rata-rata/unit =  $\frac{289 \text{ L/hari}}{120 \text{ murid}}$   
= 2,4 L/murid/hari  
Qnd = F × S  
= 1 unit × 0,289 m<sup>3</sup>/unit/hari  
= 0,289 m<sup>3</sup>/hari

Pemakaian air rata-rata untuk sekolah adalah 2,4 L/murid/hari. Menurut Permen PU No. 18/PRT/M/2007 pada Tabel 2.2, standar kebutuhan air untuk sekolah adalah 10 L/murid/hari. Konsumsi air ini lebih sedikit jika dibandingkan dengan standar karena sekolah di DMA 201 ini merupakan gabungan playgroup, TK dan SD dimana jam operasional yang lebih singkat sehingga tidak memerlukan konsumsi air yang banyak. Kebutuhan air non-domestik untuk sekolah di DMA 201 Ngagel Tirto adalah 0,289 m<sup>3</sup>/hari.

Sehingga total kebutuhan non-domestik adalah total dari kebutuhan non-domestik tempat ibadah, Balai RW dan sekolah yaitu 3,755 m<sup>3</sup>/hari.

#### **5.1.1.4 Evaluasi Tingkat Kehilangan Air pada Jaringan Distribusi**

Kehilangan air merupakan salah satu masalah yang sering dihadapi oleh PDAM di Indonesia. Sebelumnya pihak PDAM Surya Sembada Surabaya mengatakan belum pernah melakukan analisis kehilangan air pada DMA 201. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan evaluasi tingkat kehilangan air pada jaringan distribusi. Debit air yang didistribusikan berdasarkan data sekunder hasil

pencatatan meter induk yang ada di DMA 201 di Ngagel Tirta bulan Desember 2018 sampai Februari 2019. Sedangkan debit jumlah air yang tercatat dalam rekening berdasarkan data sekunder PDAM Surya Sembada Kota Surabaya 2019. Jumlah air yang didistribusikan dan jumlah air yang tercatat dalam rekening tagihan pelanggan bulan Januari dan Februari 2019 dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5. 3 Jumlah Air yang Didistribusikan dan Jumlah Air yang Tercatat dalam Rekening Tagihan Pelanggan ZAMP Bulan Desember 2018 sampai Februari 2019

Bulan	Jumlah air yang didistribusikan (m <sup>3</sup> /bulan)	Jumlah air yang tercatat dalam tagihan pelanggan (m <sup>3</sup> /bulan)
	D	K
Desember	7675	5203
Januari	10061	5197
Februari	10352	5197
Rata-rata	9362,667	5199

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Berdasarkan Tabel 5.3, maka perhitungan persentase kehilangan air di DMA 201 menggunakan persamaan 2.4 adalah sebagai berikut :

$$\text{Tingkat Kehilangan air (\%)} = \frac{D-K}{K} \times 100\%$$

$$= \frac{9362,667-5199}{9362,667} \times 100\%$$

$$= 44,5\%$$

$$\text{Debit kehilangan air (m}^3\text{)} = 44,5\% \times 9362,667$$

$$= 4166,4 \text{ m}^3\text{/bulan}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, menunjukkan bahwa persentase tingkat kehilangan air rata-rata pada jaringan distribusi ZAMP di Ngagel Tirta Surabaya bulan Desember 2018 hingga Februari 2019 adalah 44,5% atau setara dengan 4166,4 m<sup>3</sup>/bulan. Berdasarkan hasil survei, tingkat kehilangan air yang tinggi ini disebabkan oleh beberapa hal, antara lain:

1. Berdasarkan data primer penelitian, terjadi kasus dimana ada pelanggan yang tagihan rekening airnya 0 m<sup>3</sup> selama beberapa bulan terakhir namun pelanggan tersebut mengaku masih mendapatkan suplai air PDAM. Oleh karena itu, perlu dilakukan tinjauan lebih lanjut dari pihak PDAM apakah terjadinya kasus ini dikarenakan adanya kesalahan pencatatan tagihan rekening (administrasi) atau memang terjadi kecurangan pelanggan.
2. Ketidakakuratan meter air pelanggan mengingat pelanggan di Ngagel Tirta mayoritas berlangganan PDAM lebih dari 30 tahun dengan kondisi meter air tidak pernah dilakukan tera ulang (kalibrasi) ataupun diganti karena seharusnya meter air di kalibrasi setiap 3 tahun sekali. Apalagi kondisi meter pelanggan belum pernah di cek secara menyeluruh sebelum DMA ini terbentuk.
3. Belum ada SOP maintenance perlengkapan distribusi seperti pompa, *strainer*, pipa dan valve sehingga pengecekan tidak dilakukan secara berkala dan hanya ketika ada masalah atau pengaduan dari pelanggan saja.
4. Pihak PDAM belum melakukan audit air di DMA 201, sehingga tidak mengetahui adanya permasalahan kehilangan air pada jaringan distribusi di DMA 201.

Apabila pihak PDAM hendak melakukan perluasan pelayanan air siap minum, perlu penurunan tingkat kehilangan air hingga mencapai batas toleransi kehilangan air (20%) atau lebih rendah lagi agar jumlah air yang hilang dapat diselamatkan sehingga dapat dioptimalkan untuk melayani lebih banyak pelanggan. Tindakan untuk menurunkan kehilangan air dapat dilihat pada sub bab 5.3.3.

#### **5.1.1.5 Evaluasi Jaringan Distribusi**

Tangki penampung air produksi yang digunakan pada instalasi ZAMP berbahan *stainless steel 304* dengan merek Profil Tank PS 8000D dengan kapasitas 5 m<sup>3</sup>. Menurut Ritonga dan Idris (2017), tipe 304 adalah tipe *stainless steel* yang paling sering digunakan terutama dalam industri makanan karena merupakan jenis *stainless*

*steel yang food grade* sehingga aman digunakan untuk menampung air siap minum.

Namun karena sistemnya air yang diproduksi langsung dipompakan sehingga ketika terdapat gangguan pada sistem, tidak ada suplai air cadangan karena kapasitas tangki penampung kecil. Oleh karena itu, diperlukan perhitungan ulang dimensi tangki air penampung hasil produksi agar suplai air siap minum selalu kontinu 24 jam. Berdasarkan data PDAM, kondisi perbaikan biasanya terjadi sekitar 2-3 jam dalam satu hari tersebut. Selanjutnya dihitung kebutuhan volume tangki penampung apabila gangguan instalasi selama 3 jam tersebut terjadi pada saat jam pemakaian air minimum dan maksimum menggunakan metode tabulasi. Perhitungan tangki penampung hasil produksi saat jam pemakaian air minimum dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5. 4 Perhitungan Kapasitas Tangki Penampung Hasil Produksi Apabila Gangguan Intalasi Terjadi Saat Jam Pemakaian Air Minimum

Jam	Debit Suplai	Debit Demand	Selisih Suplai dan Demand	Kumulatif Selisih
	a	b	c=a-b	d
1	0,000	9,86	-9,855	-9,855
2	0,000	9,79	-9,791	-19,646
3	0,000	10,41	-10,415	-30,061
4	18,133	11,62	6,509	-23,552
5	18,133	13,43	4,707	-18,845
6	18,133	14,67	3,465	-15,380
7	18,133	15,61	2,527	-12,854
8	18,133	16,12	2,013	-10,841
9	18,133	15,11	3,024	-7,816
10	18,133	14,94	3,197	-4,619
11	18,133	13,86	4,276	-0,343
12	18,133	13,69	4,442	4,099
13	18,133	13,31	4,824	8,923
14	18,133	13,33	4,806	13,729
15	18,133	14,34	3,797	17,526

Jam	Debit Suplai	Debit Demand	Selisih Suplai dan Demand	Kumulatif Selisih
	a	b	c=a-b	d
16	18,133	13,54	4,598	22,124
17	18,133	14,49	3,646	25,769
18	18,133	14,85	3,284	29,054
19	18,133	14,43	3,707	32,761
20	18,133	13,98	4,151	36,912
21	18,133	12,76	5,371	42,283
22	18,133	12,30	5,829	48,112
23	18,133	11,59	6,544	54,657
24	18,133	10,91	7,223	61,880

Volume reservoir = Volume kumulatif terbesar – volume kumulatif terkecil  
 $= 61,880 \text{ m}^3 - (-30,061) \text{ m}^3$   
 $= 91,941 \text{ m}^3 \approx 92 \text{ m}^3$

Berdasarkan hasil perhitungan, kapasitas tangki penampung hasil produksi yang diperlukan ketika gangguan pada instalasi terjadi selama 3 jam saat jam pemakaian air minimum adalah  $92 \text{ m}^3$ . Selanjutnya dianalisis kebutuhan volume tangki penampung apabila gangguan instalasi selama 3 jam yang terjadi pada saat jam pemakaian air maksimum yang dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5. 5 Perhitungan Kapasitas Tangki Penampung Hasil Produksi Apabila Gangguan Instalasi Terjadi Saat Jam Pemakaian Air Maksimum

Jam	Debit Suplai	Debit Demand	Selisih Suplai dan Demand	Kumulatif Selisih
	a	b	c=a-b	d
1	18,133	9,86	8,28	8,28
2	18,133	9,79	8,34	16,62
3	18,133	10,41	7,72	24,34
4	18,133	11,62	6,51	30,85
5	18,133	13,43	4,71	35,55
6	18,133	14,67	3,46	39,02
7	0,000	15,61	-15,61	23,41
8	0,000	16,12	-16,12	7,29

Jam	Debit Suplai	Debit Demand	Selisih Suplai dan Demand	Kumulatif Selisih
	a	b	c=a-b	d
9	0,000	15,11	-15,11	-7,82
10	18,133	14,94	3,20	-4,62
11	18,133	13,86	4,28	-0,34
12	18,133	13,69	4,44	4,10
13	18,133	13,31	4,82	8,92
14	18,133	13,33	4,81	13,73
15	18,133	14,34	3,80	17,53
16	18,133	13,54	4,60	22,12
17	18,133	14,49	3,65	25,77
18	18,133	14,85	3,28	29,05
19	18,133	14,43	3,71	32,76
20	18,133	13,98	4,15	36,91
21	18,133	12,76	5,37	42,28
22	18,133	12,30	5,83	48,11
23	18,133	11,59	6,54	54,66
24	18,133	10,91	7,22	61,88

$$\begin{aligned}
 \text{Volume reservoir} &= \text{Volume kumulatif terbesar} - \text{volume kumulatif terkecil} \\
 &= 61,880 \text{ m}^3 - (-7,82) \text{ m}^3 \\
 &= 85,431 \text{ m}^3 \approx 86 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, kapasitas tangki penampung hasil produksi yang diperlukan ketika gangguan pada instalasi terjadi selama 3 jam saat jam pemakaian air maksimum adalah 86 m<sup>3</sup>. Oleh karena itu, yang dijadikan acuan pada perencanaan ini adalah saat jam pemakaian air minimum dengan kapasitas tangki penampung adalah 92 m<sup>3</sup>. Tangki yang dipilih adalah merek Ruifeng *stainless steel* 304/316 dengan kapasitas 105 m<sup>3</sup> yang dapat dilihat pada Gambar 5.5. Dimensi tangki adalah sebagai berikut :

Panjang = 7 m  
 Lebar = 6 m  
 Tinggi = 2,5 m  
 Ketebalan dinding = 4 mm



Gambar 5. 5 Tangki *Stainless Steel* Merek Ruifeng

Pada DMA 201, air hasil produksi ditampung di tangki air produksi kemudian didistribusikan dengan sistem pemompaan yang dilakukan secara 24 jam. Pada unit distribusi saat ini, terdapat 3 unit pompa distribusi dengan kapasitas masing-masing unit pompa adalah 7,9-25 m<sup>3</sup>/jam dan kecepatan masing-masing unit pompa adalah 2900 r/min. Pada kondisi eksiting, hanya 1 unit pompa distribusi yang dioperasikan dengan kecepatan konstan pompa 40 Hz atau 2400 r/m. Debit yang didistribusikan rata-rata per hari adalah 318,910 m<sup>3</sup>/jam. Pompa distribusi beroperasi bergantian 2 minggu sekali dari pompa distribusi 1,2, dan 3. Menurut Lampiran III Permen PUPR Nomor 27 Tahun 2016 Tentang Ketentuan Teknis SPAM JP, jumlah pompa distribusi untuk *range* debit 120 sampai 450 m<sup>3</sup>/hari adalah 2 pompa yaitu 1 pompa utama dan 1 pompa cadangan. Sehingga untuk jumlah pompa distribusi, pompa yang terpasang sudah sesuai kriteria.

Jaringan pipa distribusi yang mensuplai air siap minum ke pelanggan di Ngagel Tirto menggunakan pola sistem cabang (*branch*). Berdasarkan data dari *software* Sistem Informasi Geografis PDAM Surya Sembada Kota Surabaya PDAM dapat diperoleh informasi mengenai jenis, umur, diameter dan panjang pipa di DMA 201. Pipa yang digunakan adalah jenis PVC dengan ukuran diameter

yang sama di semua jaringan pipa di DMA 201 yaitu diameter eksternal 90 mm dan diameter dalam 80 mm dan berumur kurang dari 1 tahun. Data jaringan pipa distribusi ZAMP di Ngagel Tirto dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Penggunaan jenis pipa PVC ini mempertimbangkan segi *hygiene* karena air yang didistribusikan ke pelanggan kualitasnya siap minum maka harus menggunakan pipa yang memenuhi standar *food grade* dan tingkat keretakan rendah mendekati nol. Menurut Christianty (2018), syarat-syarat bahan untuk dikualifikasikan sebagai *food grade* ketika tidak mengandung bahan-bahan berbahaya bagi kesehatan, tidak mengubah rasa makanan atau minuman dan tidak mentransfer unsur tertentu dalam makanan atau minuman. Menurut *Handbook of PVC Pipe Design and Construction* dalam Pramono dkk (2017), pipa PVC memiliki karakteristik yang tahan terhadap semua zat kimia rumah tangga. Menurut Tyagi (2018), penggunaan material pipa PVC untuk air siap minum tidak menimbulkan resiko kesehatan. Sehingga dapat disimpulkan dengan penggunaan pipa PVC sudah dapat dikatakan aman.

Tabel 5. 6 Data Jaringan Pipa Distribusi ZAMP di Ngagel Tirto

No	Kode Pipa	Ba- han	Diameter (mm)		Panjang Pipa (m)	Umur Pipa (tahun)	Lokasi
			Inter nal	Ekste rnal			
1	PT20100203	PVC	80	90	40,728	0	Ngagel Tirto V
2	PT20100202	PVC	80	90	122,047	0	Ngagel Tirto V
3	PT20100173	PVC	80	90	99,969	0	Ngagel Tirto V
4	PT20100172	PVC	80	90	100,368	0	Ngagel Tirto V
5	PT20100171	PVC	80	90	99,612	0	Bratang Satu 1G
6	PT20100239	PVC	80	90	42,545	0	Ngagel Tirto V
7	PT20100240	PVC	80	90	41,668	0	Ngagel Tirto IV
8	PT20100232	PVC	80	90	100	0	Ngagel Tirto IV
9	PT20100233	PVC	80	90	100	0	Ngagel Tirto IV
10	PT20100234	PVC	80	90	35,091	0	Ngagel Tirto IV
11	PT20100178	PVC	80	90	97,525	0	Bratang Satu 1 F

No	Kode Pipa	Ba- han	Diameter (mm)		Panjang Pipa (m)	Umur Pipa (tahun)	Lokasi
			Inter- nal	Ekste- rnal			
12	PT20100174	PVC	80	90	76,767	0	Bratang Satu 1 F

Sumber : PDAM Kota Surabaya, 2019.

Menurut Farley (2008) dalam buku Pegangan tentang Air Tak Berekening (NRW) untuk Manager, kelengkapan atau instrument pembentuk DMA antara lain *flowmeter*, *valve* isolasi, *valve* pengurusan dan alat pengukur tekanan. Pada kondisi eksisting, DMA 201 di Ngagel Tirto telah terdapat *flowmeter*, *boundary valve*, *washout* dan manometer yang penempatannya dapat dilihat pada Lampiran 6. *Flowmeter* pada meter induk dapat dilihat pada Gambar 5.6, dipasang di inlet DMA yang lokasinya berada di depan instalasi bangunan ZAMP.



Gambar 5. 6 Flow Meter

Terdapat enam buah *boundary valve* atau *valve* untuk isolasi jaringan pipa pada DMA 201 berumur kurang dari 1 tahun. Pada DMA 201 terdapat dua buah *washout* yang dipasang di kedua ujung jaringan pipa yaitu di Jalan Bratang Satu 1G dan Jalan Bratang Satu 1F. Air yang keluar dari proses penggelontoran pipa ini diarahkan ke selokan di sisi kiri jalan. Alat pengukur tekanan yang terpasang di DMA 201 adalah manometer yang dipasang dibagian inlet jaringan. Hasil pengukuran tekanan pada inlet jaringan dicatat setiap jamnya oleh operator. Menurut Farley *et al.* (2008), pemasangan alat pengukur tekanan seharusnya di pipa inlet dan di titik layanan terkritis DMA

(*critical point*). Namun pada DMA 201, manometer hanya terpasang pada inlet jaringan sehingga tekanan yang terpantau 24 jam hanya tekanan pada inlet. Sedangkan pada jaringan pipa terutama pada titik layanan terjauh di DMA, tekanan tidak dipantau selama 24 jam dan pengukuran tekanan dilakukan satu kali dalam sebulan menggunakan manometer yang terhubung dengan selang sehingga mudah untuk dilepas maupun dipasang pada keran air depan rumah pelanggan. Alat manometer yang terpasang pada inlet jaringan dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 5. 7 Alat Manometer yang Terpasang pada Inlet Jaringan

Pada DMA 201 di Ngagel Tirto Surabaya, tidak ada *brant kran* yang berfungsi untuk melepaskan udara yang ada pada pipa. Sedangkan alat RCM untuk memantau sisa klor pada air yang didistribusikan, hanya terpasang di instalasi ZAMP. Pada jaringan distribusi terutama pada titik layanan terjauh, belum terdapat alat RCM sehingga kadar sisa klor pada jaringan sehingga tidak dapat dipantau selama 24 jam.

Sehingga dapat disimpulkan jenis pipa yang digunakan sudah cukup baik dan aman untuk mengalirkan air minum. Material tangki yang digunakan juga sudah aman digunakan untuk menampung air minum, namun kapasitasnya terlalu kecil. Evaluasi kelengkapan jaringan yang seharusnya ada antara lain tidak terdapat *brant kran*/air valve, belum terdapat alat RCM pada jaringan distribusi dan belum ada manometer pada titik terjauh.

Selain itu belum ada SOP maintenance di jaringan distribusi. Perlunya SOP *maintenance* ini dikarenakan beberapa alasan antara lain :

1. Agar fasilitas dapat siap dipakai pada saat yang diperlukan.
2. Seiring dengan waktu, tentunya kondisi dari suatu fasilitas yang mengalami pemakaian, kemampuan kinerjanya lambat laun akan menurun karena tanpa perawatan semua fasilitas tersebut akan melemah secara bertahap tapi pasti, sehingga tidak lagi mempunyai kemampuan kerja baik secara teknis maupun ekonomis.
3. Diharapkan akan dapat memperpanjang umur pakai dari fasilitas tersebut (Sudrajat, 2011).

Apabila pihak PDAM akan memperluas pelayanan air siap minum di sekitar DMA 201, perlu dilakukan pergantian pipa distribusi utama dengan kualitas yang *food grade* serta membentuk DMA yang terisolasi dengan baik agar terpisah dengan jaringan pipa yang lain. Selain itu dalam pembentukan DMA baru perlu dilengkapi lagi fasilitas pendukung distribusi seperti alat pemantau tekanan (manometer) dan sisa klor (RCM). Sebelum dilakukannya perluasan pelayanan, masalah suplai air siap minum yang belum kontinu 24 jam juga harus diperbaiki dahulu dengan mengganti tangki air penampung produksi sesuai kapasitas hasil perhitungan.

#### **5.1.1.6 Evaluasi Tekanan di Jaringan Distribusi**

Pada pendistribusian air, agar dapat menjangkau seluruh area pelayanan. Tekanan juga harus dijaga tidak terlalu rendah, karena akan menyebabkan air terkontaminasi selama aliran dalam pipa distribusi (Safii, 2012). Menurut Lampiran III Permen PUPR Nomor 27 Tahun 2016 Tentang Ketentuan Teknis SPAM JP, tekanan air minimum adalah 0,5 sampai 1 atm pada titik jangkauan pelayanan terjauh. Sedangkan pihak PDAM Surabaya menetapkan tekanan minimum untuk ZAMP di titik terjauh adalah 0,7 bar.

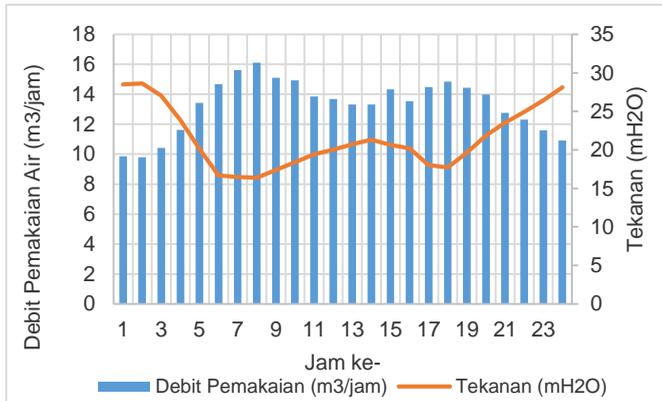
Selama ini PDAM Surya Sembada Kota Surabaya memantau tekanan secara periodik yaitu 24 jam pada inlet jaringan DMA 201. Data rata-rata tekanan pada inlet jaringan distribusi selama bulan Desember 2018 hingga Februari 2019 dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5. 7 Data Rata-Rata Tekanan pada Inlet Jaringan Distribusi Selama Bulan Desember 2018 hingga Februari 2019

Jam	Debit Pemakaian (m <sup>3</sup> /jam)	Tekanan (kg/cm <sup>2</sup> )	Tekanan (mH <sub>2</sub> O)
1	9,855	2,851	28,507
2	9,791	2,862	28,625
3	10,415	2,704	27,042
4	11,624	2,385	23,853
5	13,426	2,013	20,130
6	14,668	1,670	16,696
7	15,606	1,648	16,480
8	16,120	1,639	16,388
9	15,108	1,739	17,392
10	14,935	1,839	18,395
11	13,857	1,943	19,433
12	13,691	2,004	20,042
13	13,309	2,075	20,747
14	13,327	2,131	21,307
15	14,336	2,066	20,656
16	13,535	1,920	19,198
17	14,487	1,801	18,010
18	14,848	1,772	17,721
19	14,425	1,964	19,641
20	13,982	2,186	21,863
21	12,762	2,355	23,552
22	12,304	2,493	24,934
23	11,588	2,643	26,431
24	10,910	2,813	28,129
Total	318,910		
Rata-rata	13,288	2,147	21,465
Maksimum	16,120	2,862	28,625
Minimum	9,791	1,639	16,388

Sumber : Data PDAM Surya Sembada Kota Surabaya, 2019.

Berdasarkan Tabel 5.7, menunjukkan bahwa tekanan pada inlet jaringan distribusi saat debit pemakaian air maksimum yaitu pukul 08.00 WIB adalah 16,388 mH<sub>2</sub>O. Sedangkan tekanan pada inlet jaringan distribusi saat debit pemakaian air minimum yaitu pukul 02.00 WIB adalah 28,625 mH<sub>2</sub>O. Nilai tekanan pada inlet jaringan setiap jamnya telah memenuhi kriteria dimana menurut Lampiran III Permen PUPR No.27 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum, tekanan minimum pada jaringan distribusi adalah 0,5-1 atm (5,17-10,33 mH<sub>2</sub>O). Hubungan tekanan pada inlet jaringan dan debit pemakaian air selama bulan Desember 2018 hingga Februari 2019 dapat dilihat pada grafik Gambar 5.8.



Gambar 5. 8 Hubungan Tekanan pada Inlet Jaringan dan Debit Pemakaian Air Selama bulan Desember 2018 Hingga Februari 2019

Grafik gambar 5.8 menunjukkan bahwa hubungan tekanan dan debit pemakaian air berbanding terbalik yaitu ketika debit pemakaian air rendah maka tekanan bernilai tinggi dan sebaliknya. Menurut Murdi (2007), penggunaan debit pemakaian air yang tinggi oleh pelanggan menyebabkan tekanan dalam pipa di suatu titik tertentu mengalami penurunan dan berlaku sebaliknya. Hal ini dikarenakan ketika debit pemakaian maksimum, kecepatan aliran dalam pipa semakin tinggi sehingga gaya gesek yang ditimbulkan semakin besar dan berdampak pada kehilangan energi (*headloss*) juga semakin besar.

Oleh karena itu tekanan pada sistem pada kondisi yang paling rendah (minimum).

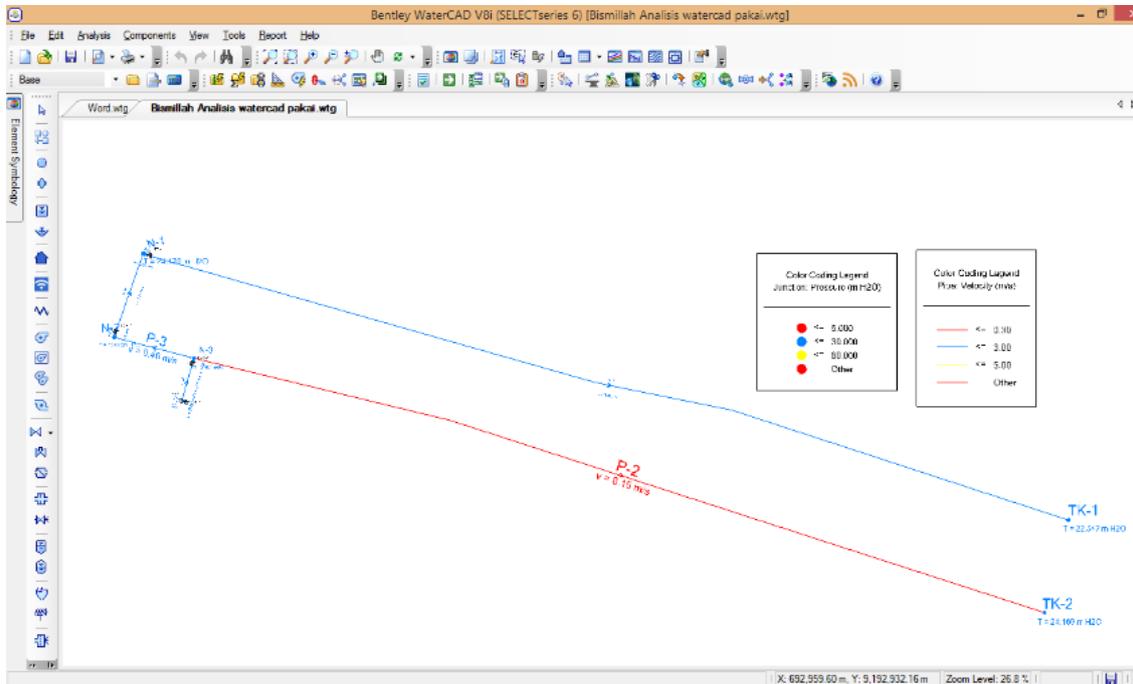
Pada penelitian ini dilakukan pengukuran tekanan pada 5 titik di sambungan rumah pelanggan yang dilakukan pukul 10.00 WIB, dimana hasilnya nilai tekanan pada semua titik yang dapat dilihat pada Tabel 5.8 telah memenuhi kriteria menurut Permen PUPR No.27 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum, dimana tekanan minimum pada jaringan distribusi adalah 0,5-1 atm (0,52-1,03 kg/cm<sup>2</sup>). Pengambilan data tekanan menggunakan alat menometer yang di pasang di keran depan rumah pelanggan.

Tabel 5. 8 Hasil Pengukuran Tekanan di DMA 201 Ngagel Tirto

No	Alamat	Tekanan Pengukuran 1 (kg/cm <sup>2</sup> )	Tekanan Pengukuran 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	Tekanan Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Ngagel Tirto V No.47A	1,4	1,4	1,4
2	Ngagel Tirto V No. 73	1,2	1,2	1,2
3	Ngagel Tirto V No. 41	1,35	1,3	1,3
4	Ngagel Tirto IV No. 58	1,2	1,15	1,2
5	Bratang Satu 1 F No.4	1,25	1,2	1,2
6	Inlet Jaringan Distribusi	1,5	1,5	1,5

Selanjutnya untuk mengetahui kondisi hidrolis pada jaringan distribusi maka dilakukan simulasi jaringan dengan *software* WaterCAD v8i dengan waktu simulasi 24 jam dimulai pukul 00.00 hingga kembali ke waktu yang sama yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.9. Analisis dilakukan secara EPS (*Extended Period Simulation*) sesuai fluktuasi pemakaian air pelanggan. Parameter yang dianalisa adalah tekanan dan kecepatan aliran dalam pipa. Jaringan perpipaan yang digunakan dibuat sesuai jaringan perpipaan yang terdapat pada Gambar 4.2.

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***



Gambar 5. 9 Pemodelan Sistem Jaringan Pipa Eksisting ZAMP di DMA 201 Ngagel Tirto dengan Software WaterCAD V8i

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***

a. Parameter Kecepatan Aliran

Berdasarkan Gambar 5.9, dapat dilihat bahwa hampir semua pipa memiliki kecepatan aliran yang memenuhi kriteria yaitu dalam *range* 0,3-3 m/s. Terdapat 1 pipa yang memiliki kecepatan aliran dibawah kriteria kecepatan minimum yaitu 0,3 m/s yang ditunjukkan dengan *color coding* pipa yang berwarna merah yaitu pada P-2. Pipa ini dimulai dari 40 m dari ujung Jl. Ngagel Tirta V hingga ujung Jl. Bratang Satu 1 G dengan kecepatan aliran antara 0,13-0,22 m/s.

Pada P-2 kecepatan dalam pipa yang rendah kemungkinan disebabkan karena debit air yang mengalir kecil, sementara diameter pipa yang dipasang lebih besar daripada kebutuhan debit air yang dialirkan sehingga menyebabkan nilai kecepatan menjadi kecil. Pada jalur pipa ini, pipa dipasang dengan ukuran tersebut karena ke depannya akan dilakukan perluasan pelayanan sehingga opsi mengganti pipa dengan diameter yang lebih kecil tidak bisa dilakukan. Oleh karena itu untuk mengatasi kecepatan yang rendah dapat dilakukan dengan penambahan jumlah pelanggan sehingga debit air yang dialirkan semakin besar yang dimana dapat meningkatkan kecepatan aliran dalam pipa karena diameter pipa yang dipasang sesuai dengan kebutuhan.

Kecepatan yang terlalu rendah akan menyebabkan aliran menjadi laminer sehingga terjadi sedimentasi dalam pipa. Kecepatan minimal 0,3 m/s yang terdapat dalam Permen PUPR No. 27 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum adalah kecepatan saat jam puncak dengan kondisi air yang dialirkan adalah air minum dengan kadar kekeruhan yang bisa mencapai 5 NTU. Namun pada DMA 201 ini, air yang dialirkan adalah air siap minum dengan endapan yang sangat sedikit yaitu sekitar 0,27 NTU (dari *outlet* tangki air produksi) sehingga kecepatan hasil simulasi yang lebih dari 0,1 m/s saat jam pemakaian minimum dan 0,22 m/s saat jam puncak tersebut masih diperbolehkan dan tidak

perlu dilakukan penggantian pipa dengan diameter yang lebih kecil.

Menurut Riduan dkk (2017), salah satu cara mengatasi masalah kecepatan yang kurang dari kriteria adalah dengan pemasangan *washout* pada wilayah yang memiliki kecepatan yang rendah dengan tujuan *flushing* pipa agar meminimalisir terjadinya endapan. Pada DMA 201 telah ada dua buah *washout* di kedua ujung pipa. Walaupun kekeruhan airnya sangat rendah yaitu 0,27 NTU (dari *outlet* tangki air produksi), namun untuk menjamin *hygienitas* pipa dan meminimalisir menumpuknya endapan yang mungkin terbentuk maka perlu dilakukan *flushing* yang teratur pada jangka waktu sesuai SOP. Selain itu perlu juga dipastikan bahwa instalasi beroperasi dengan baik agar hasil kekeruhan airnya pada inlet jaringan konsisten selalu rendah.

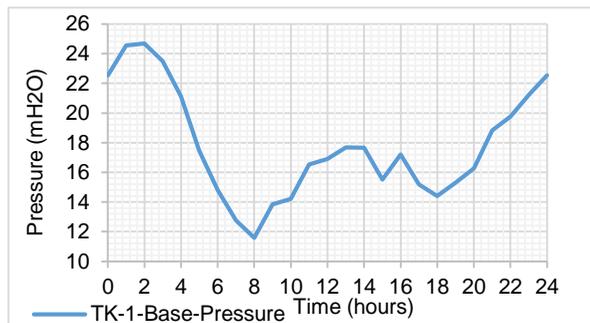
Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk mengatasi kecepatan pipa yang dibawah kriteria pada DMA 201 ini antara lain :

1. Melakukan *flushing* secara teratur (Riduan dkk, 2017).
2. Memastikan instalasi beroperasi dengan baik agar kekeruhan selalu rendah.
3. Menambah SR yang dilayani agar debit yang dialirkan pada pipa bertambah sehingga kecepatan juga bertambah (Fauziah, 2018).

b. Parameter Tekanan

Berdasarkan hasil analisis kondisi jaringan eksisting (tanpa modifikasi pada jaringan) yang dapat dilihat pada Gambar 5.9, tekanan pada semua *node* (titik) telah memenuhi kriteria ditandai dengan tidak adanya *node* yang memiliki tekanan dibawah 10 mH<sub>2</sub>O yang ditunjukkan dengan *color coding* pada *node* yang berwarna biru. Pada penelitian ini, analisis lebih lanjut dilakukan pada titik terjauh kondisi eksisting yaitu pada titik kritis 1 (TK-1) yang letaknya di ujung Bratang Satu 1F dan titik kritis 2 (TK-2) yang letaknya di ujung Bratang Satu 1G. Hasil analisis titik kritis 1 (TK-1) dan titik kritis 2 (TK-2) adalah sebagai berikut:

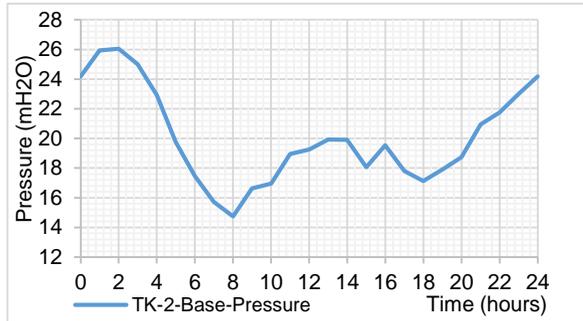
1. Berdasarkan hasil simulasi, tekanan pada TK-1 berkisar antara 11,592-24,689 mH<sub>2</sub>O dimana nilai tekanan tersebut telah memenuhi kriteria Lampiran III Permen PUPR No. 27 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum dimana tekanan minimum pada jaringan distribusi adalah 0,5-1 atm (5,17-10,33 mH<sub>2</sub>O). Tekanan air terendah terjadi saat pemakaian air maksimum yaitu pukul 08.00 WIB dengan nilai tekanan sebesar 11,592 mH<sub>2</sub>O. Tekanan tertinggi terjadi saat pemakaian air minimum yaitu pukul 02.00 WIB sebesar 24,689 mH<sub>2</sub>O. Berikut hasil simulasi fluktuasi tekanan pada titik kritis 1 (TK-1) jaringan distribusi kondisi eksisting yang dapat dilihat pada grafik Gambar 5. 10.



Gambar 5. 10 Grafik Fluktuasi Tekanan TK-1

2. Berdasarkan hasil simulasi, tekanan pada TK-2 berkisar antara 14,736-26,050 mH<sub>2</sub>O dimana nilai tekanan tersebut telah memenuhi kriteria Lampiran III Permen PUPR No. 27 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum dimana tekanan minimum pada jaringan distribusi adalah 0,5-1 atm (5,17-10,33 mH<sub>2</sub>O). Tekanan air terendah terjadi saat pemakaian air maksimum yaitu pukul 08.00 WIB dengan nilai tekanan sebesar 14,736 mH<sub>2</sub>O. Kemudian tekanan meningkat saat pemakaian air menurun dan tekanan menurun lagi ketika terjadi

peningkatan pemakaian air pelanggan. Tekanan tertinggi terjadi saat pemakaian air minimum yaitu pukul 02.00 WIB sebesar 26,050 mH<sub>2</sub>O. Berikut contoh hasil simulasi tekanan pada titik kritis 2 (TK-2) jaringan distribusi kondisi eksisting yang dapat dilihat pada grafik Gambar 5. 11.



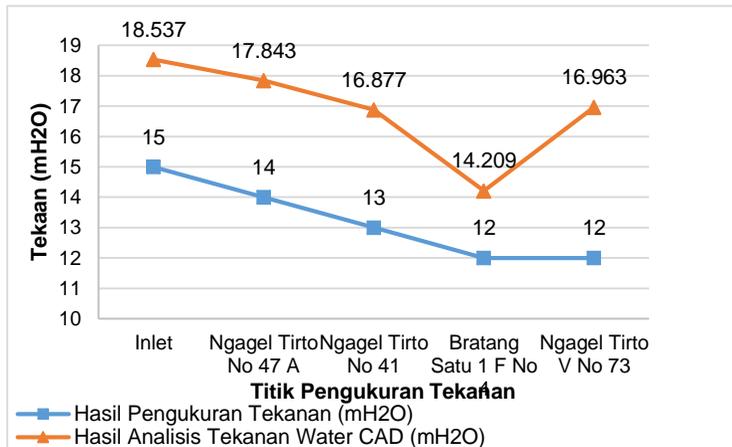
Gambar 5. 11 Grafik Fluktuasi Tekanan TK 2

Selanjutnya dilakukan perbandingan antara nilai tekanan pada jaringan dari hasil simulasi jaringan distribusi eksisting dengan WaterCAD v8i dengan nilai tekanan hasil pengukuran langsung di lapangan yaitu di keran pelanggan yang lokasinya berdekatan dengan *node* pada model simulasi yang dibuat dengan WaterCAD v8i yang dapat dilihat pada Tabel 5.9. Sedangkan grafik perbandingan tekanan pada jaringan antara hasil simulasi menggunakan WaterCAD v8i dengan hasil pengukuran langsung pada keran pelanggan di DMA 201 dapat dilihat pada Gambar 5.12.

Tabel 5. 9 Perbandingan Tekanan pada Jaringan Antara Hasil Simulasi Menggunakan WaterCAD v8i dengan Hasil Pengukuran Langsung pada Keran Pelanggan di DMA 201

No	Alamat	Hasil Pengukuran Tekanan (kgf/cm <sup>2</sup> )	Hasil Pengukuran Tekanan (mH <sub>2</sub> O)	Node Terdekat	Hasil Analisis Tekanan WaterCAD (mH <sub>2</sub> O)
1	Inlet	1,5	15	N-3	18,537

No	Alamat	Hasil Pengukuran Tekanan (kgf/cm <sup>2</sup> )	Hasil Pengukuran Tekanan (mH <sub>2</sub> O)	Node Terdekat	Hasil Analisis Tekanan Water CAD (mH <sub>2</sub> O)
2	Ngagel Tirto No 47 A	1,4	14	N-2	17,843
3	Ngagel Tirto No 41	1,3	13	N-1	16,877
4	Bratang Satu 1 F No 4	1,2	12	TK-1	14,209
5	Ngagel Tirto V No 73	1,2	12	TK-2	16,963



Gambar 5. 12 Perbandingan Tekanan pada Jaringan Antara Hasil Simulasi Menggunakan WaterCAD v8i dengan Hasil Pengukuran Langsung pada Keran Pelanggan di DMA 201

Berdasarkan grafik Gambar 5.12, dapat dilihat terdapat perbedaan antara nilai tekanan hasil simulasi dengan WaterCAD v8i dengan nilai tekanan hasil pengukuran di lapangan dimana nilai tekanan hasil simulasi jaringan nilainya lebih besar dari pengukuran langsung. Faktor yang mempengaruhi perbedaan antara hasil simulasi jaringan dengan WaterCAD v8i dengan pengukuran langsung di lapangan antara lain:

- Pengaruh pemakaian air saat jam pengukuran mungkin lebih banyak daripada debit pemakaian air yang dimasukkan ke dalam simulasi WaterCAD v8i dimana nilai debit yang diinput merupakan debit rata-rata pemakaian air selama bulan Desember 2018 sampai bulan Februari 2019 sehingga nilai tekanan pada hasil simulasi jaringan WaterCAD v8i menjadi lebih besar.
- Kemungkinan input nilai koefisien katub pengatur tekanan jauh lebih kecil dari *setting* katub yang dipasang di lapangan sehingga nilai tekanan pada hasil simulasi jaringan WaterCAD v8i menjadi lebih besar.
- Adanya kemungkinan terjadi kebocoran pada jaringan distribusi yang mengakibatkan nilai tekanan air pada saat pengukuran menjadi kecil mengingat hasil analisis di sub bab 5.1.1.4 tingkat kehilangan air pada jaringan cukup tinggi.

Apabila pihak PDAM akan memperluas pelayanan air siap minum di sekitar DMA 201, perlu ditingkatkan *speed pompa* agar *head* pompa juga meningkat sehingga sisa tekan di pelanggan terjauh dapat memenuhi kriteria tekanan minimum mengingat hasil analisis jaringan sisa tekan di titik terjauh yang jaraknya kurang dari 1 km dari inlet adalah 11,592 mH<sub>2</sub>O (mendekati kriteria minimum). Selain itu apabila ZAMP ini akan diterapkan di lokasi yang lain, DMA yang dibentuk harusnya di area yang beda elevasinya (*slope*) tidak terlalu signifikan untuk mempermudah kontrol hidrolis.

### 5.1.2 Unit Pelayanan

Pada penelitian ini evaluasi unit pelayanan yang dilakukan terkait kondisi kualitas, kuantitas, tekanan air dan kontinuitas yang ada di sambungan rumah pelanggan. Dalam rangka memperoleh data primer dilakukan kuesioner dan sampling kualitas air yang diambil pada keran depan rumah pelanggan PDAM yang telah dilayani ZAMP yaitu sebanyak 33 sambungan rumah. Pelaksanaan kuesioner dilaksanakan bersamaan

dengan pengambilan sampel air yaitu tanggal 28 Februari 2019 sampai 31 Maret 2019 pukul 08.00 hingga 11.00 WIB.

### 5.1.2.1 Analisis Karakteristik Umum Responden

Kondisi umum responden ini merupakan gambaran menyeluruh karakteristik eksisting masyarakat pada lokasi penelitian. Kondisi umum responden dalam penelitian ini meliputi jenis kelamin, usia, tingkat pendidikan responden serta pekerjaan kepala keluarga dan penghasilan keluarga. Keterlibatan faktor-faktor sosial psikologis akan berpengaruh dalam pengambilan sikap seseorang termasuk di dalamnya penilaian kepuasan dalam menimbang suatu unjuk pelayanan (dalam penelitian ini adalah persepsi dan kepuasan pelanggan terhadap kualitas, kuantitas dan kontinuitas dalam sistem penyediaan air siap minum program ZAMP di Ngagel Tirto). Analisis karakteristik pelanggan ini disajikan dalam tabel distribusi frekuensi yang dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut ini.

Tabel 5. 10 Karakteristik Pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto Surabaya

No	Karakteristik	Skala Penilaian	Jumlah	Persentase (%)
1	Usia Responden	<26 tahun	4	12%
		26-45 tahun	5	15%
		46-65 tahun	18	55%
		>65 tahun	6	18%
Jumlah Responden			33	100%
2	Jenis Kelamin	Laki-laki	12	36%
		Perempuan	21	64%
Jumlah Responden			33	100%
3	Tingkat Pendidikan Terakhir Responden	SD dan sederajat	1	3%
		SMP dan Sederajat	4	12%
		SMA dan sederajat	20	61%
		D3/s1/s2/s3	8	24%

No	Karakteristik	Skala Penilaian	Jumlah	Persentase (%)
Jumlah Responden			33	100%
4	Pekerjaan KK	PNS	2	6%
		Pegawai Swasta	7	21%
		Wiraswasta	11	33%
		Pensiunan	10	30%
		Lain-lain	3	9%
Jumlah Responden			33	100%
5	Penghasilan Keluarga	< Rp 1.000.000,00	2	6%
		Rp 1.000.000,00 - Rp 2.000.000,00	7	21%
		Rp 2.000.000,00 - Rp 3.000.000,00	12	36%
		Rp 3.000.000,00 - Rp 4.000.000,00	6	18%
		Rp 4.000.000,00 - Rp 5.000.000,00	0	0%
		>Rp 5.000.000,00	6	18%
Jumlah Responden			33	100%

Berdasarkan Tabel 5.10 menunjukkan bahwa sebagian besar responden berusia 46-65 tahun yaitu sebanyak 55%. Berdasarkan pengelompokan usia menurut Depkes Republik Indonesia, usia tersebut termasuk kategori umur Lansia. Ngagel Tirto sendiri merupakan daerah perumahan lama dimana mayoritas penduduknya termasuk kategori lansia dan dewasa akhir (36-45 tahun). Tingkat usia responden mencerminkan tingkat kedewasaan seseorang dalam mengambil keputusan mengenai hal-hal yang berhubungan dengan kepentingan dirinya dan orang sekitarnya (Merryana, 2009). Pengambilan keputusan ini termasuk di dalamnya dalam pemenuhan kebutuhan air minum sehari-hari.

Selain itu, Tabel 5.10 juga menunjukkan bahwa jenis kelamin responden pelanggan sebagian besar adalah perempuan yaitu sebanyak 64%. Dari segi tingkat pendidikan, berdasarkan Tabel 5.10 dapat dilihat bahwa

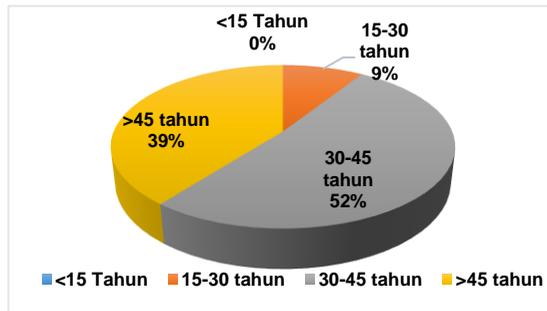
sebagian besar responden lulusan SMA dan sederajat dengan persentase sebanyak 61%. Responden lulusan D3/S1/S2/S3 sebanyak 24% dan lulusan SMP atau sederajat sebanyak 12%. Terakhir responden dengan lulusan SD atau sederajat yaitu sebanyak 3%. Menurut Asih (2006), tingkat pendidikan terkait dengan pemahaman masyarakat dalam mengonsumsi air dengan penanganan dan pengolahan yang tepat dan efisien serta variasi dan jumlah air yang dimanfaatkan.

Pekerjaan kepala keluarga pelanggan ZAMP cukup beragam. Jumlah terbanyak adalah wiraswasta dengan persentase sebanyak 33%. Sedangkan presentase jenis pekerjaan lainnya tidak terlalu besar, seperti pensiunan hanya sebanyak 30%, pegawai swasta sebanyak 21%, lain-lain yaitu sebagai ibu rumah tangga sebanyak 9% dan pegawai negeri sipil (PNS) sebanyak 6%. Berdasarkan hasil kuesioner, dapat diketahui bahwa penghasilan keluarga responden ZAMP dengan persentase paling besar adalah Rp 2.000.000,00- Rp 3.000.000,00 per bulan yaitu sebanyak 36%. Sedangkan penghasilan keluarga responden ZAMP dengan persentase paling kecil adalah kurang dari Rp 1.000.000,00 per bulan yaitu sebanyak 6%. Menurut Asih (2006), keluarga dengan pendapatan sebesar Rp 1.000.000,00- Rp 5.000.000,00 dapat dikatakan status ekonominya termasuk dalam golongan kelas menengah ke atas.

#### **5.1.2.2 Analisis Sarana dan Prasarana Air Minum di Rumah Pelanggan yang Telah Dilayani Program ZAMP**

Sarana dan prasarana air minum di rumah pelanggan merupakan hal yang vital karena mempengaruhi kualitas air minum yang sampai ke dalam rumah pelanggan. PDAM hanya menjamin kualitas air yang siap minum pada keran setelah meter air. Kualitas air yang sampai di keran dalam rumah pelanggan tergantung pada sarana dan prasarana air minum yang ada di dalam rumah pelanggan seperti sistem perpipaan dan penampungan air di dalam rumah. Sarana dan prasarana air minum di rumah pelanggan yang dikaji meliputi usia rumah, jenis pipa air minum yang dipakai dan penggunaan

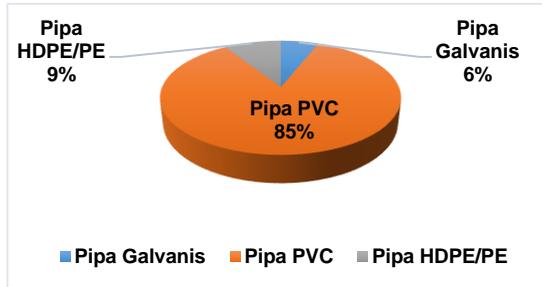
tandon (penampung air). Hasil kuesioner terkait persentase usia rumah responden pelanggan ZAMP dapat dilihat pada diagram Gambar 5.13.



Gambar 5. 13 Persentase Usia Rumah Responden Pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto Surabaya

Berdasarkan diagram Gambar 5.13 menunjukkan bahwa usia rumah responden ZAMP yang berlokasi di Ngagel Tirto Surabaya sebagian besar lebih dari 30 tahun. Terdapat 52% dari responden yang rumahnya berusia 30-45 tahun. Sedangkan rumah responden ZAMP yang kurang dari 15 tahun memiliki persentase paling kecil adalah yaitu sebanyak 0%. Berdasarkan hasil kuesioner, mereka menggunakan air PDAM sejak rumah dibangun. Usia rumah ini perlu ditinjau karena berkaitan dengan usia jaringan pipa air bersih yang di dalam rumah tersebut. Menurut Juliana (2018), usia pipa yang sudah tua dapat menurunkan kualitas air.

Selain umur pipa, faktor lain yang mempengaruhi kualitas air adalah jenis pipa, kondisi pipa yang rusak atau bocor dan kondisi lingkungan di sekitar pipa. Oleh karena itu jenis pipa di dalam rumah juga perlu ditinjau. Hasil kuesioner terkait persentase jenis pipa yang digunakan di rumah responden pelanggan ZAMP dapat dilihat pada diagram Gambar 5.14.



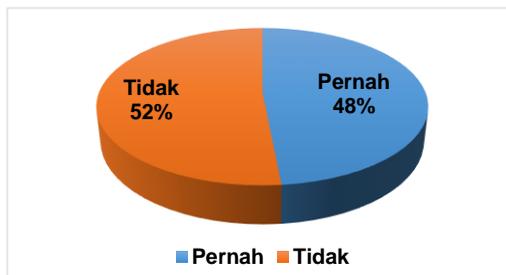
Gambar 5. 14 Persentase Jenis Pipa yang Digunakan di Rumah Responden Pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto Surabaya

Berdasarkan diagram Gambar 5.14, dapat dilihat bahwa sebagian besar responden menggunakan jenis pipa PVC untuk mengalirkan air bersih di dalam rumahnya dengan persentase sebanyak 85%. Sedangkan terdapat 9% dari responden mengatakan di rumah mereka menggunakan jenis pipa HDPE atau PE dan 6% responden lainnya mengatakan masih menggunakan pipa galvanis (besi). Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas pelanggan sudah menggunakan pipa dengan standar *food grade* yaitu pipa PVC dan pipa HDPE atau PE.

Namun masih ada yang belum menggunakan pipa dengan standar *food grade* yaitu menggunakan pipa galvanis. Menurut Volk dan LeChevallier (2000), material pipa berpengaruh besar bagi pertumbuhan *biofilm* dan efektifitas desinfektan. Hal ini disebabkan oleh kemampuan klorin tergantung pada bahan pipa yang digunakan karena baha pipa berbeda menunjukkan tingkat kebutuhan klorin yang berbeda. Menurut Mains (2008), *biofilm* akan berkembang lebih cepat, lebih rapat dan lebih beragam pada pipa besi, terutama pada pipa yang sudah tua, dibandingkan dengan pipa PVC. Oleh karena itu, pemakaian pipa besi untuk menyalurkan air minum di dalam rumah tidak dianjurkan.

Usia rumah sejalan dengan umur pipa yang terpasang di rumah pelanggan apabila di dalam rumah tidak pernah dilakukan pergantian pipa. Semakin lama umur pipa maka maka kondisi pipa juga akan menurun

karena terdapat *biofilm* di pipa akibat tidak pernah dilakukannya pergantian dan perbaikan pada pipa dengan usia pipa yang sudah tua sehingga dapat menyebabkan penurunan kualitas air yang didistribusikan. Pembentukan *biofilm* pada bahan pipa yang biasa digunakan pada sistem *plumbing* rumah tangga sangatlah cepat yaitu mencapai lebih dari  $10^7$  sel/cm<sup>2</sup> setelah 30 hari, dalam kondisi hanya memanfaatkan air yang diklorinasi sebagai satu-satunya sumber nutrisi (Morvay *et al*, 2011). Jadi meskipun kualitas air yang keluar dari meter air pelanggan telah memenuhi baku mutu kualitas air minum, kualitas air dapat menurun jika sarana dan prasarana air minum di dalam rumah tidak dilakukan *maintenance* dengan teratur. Oleh karena itu perlu ditinjau apakah di dalam rumah pernah dilakukan pergantian atau perbaikan pipa. Hasil kuesioner terkait persentase pernah tidaknya dilakukan pergantian atau perbaikan pipa di rumah responden pelanggan ZAMP dapat dilihat pada diagram Gambar 5.15.



Gambar 5. 15 Persentase Pernah Tidaknya Dilakukan Pergantian atau Perbaikan Pipa di Rumah Responden Pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto Surabaya

Berdasarkan diagram Gambar 5.15, menunjukkan bahwa sebagian responden mengatakan tidak pernah dilakukan pergantian atau perbaikan pipa di rumah mereka yaitu sebanyak 52%. Sedangkan 48% lainnya mengatakan pernah dilakukan perbaikan atau pergantian pipa. Sehingga 52% responden tersebut, umur pipa air bersih yang digunakan sama dengan umur bangunan.

Selain memperhatikan kondisi perpipaan di dalam rumah pelanggan, sarana dan prasarana air minum di rumah pelanggan yang perlu ditinjau adalah kepemilikan tandon rumah. Hasil kuesioner terkait persentase kepemilikan tandon di rumah responden pelanggan ZAMP dapat dilihat pada diagram Gambar 5.16.



Gambar 5. 16 Persentase Kepemilikan Tandon Rumah Responden Pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto Surabaya

Berdasarkan diagram Gambar 5.16, menunjukkan bahwa 100% responden tidak memiliki ataupun menggunakan tandon. Hal ini karena tekanan air di rumah sudah mencukupi yang secara fisik ditunjukkan dengan aliran air yang lancar dan deras ketika membuka keran air sehingga tidak perlu menggunakan tandon. Tekanan yang cukup ini disebabkan karena lokasi DMA 201 yang sangat dekat dengan instalasi ZAMP sehingga kehilangan tekanan ketika pengaliran dalam pipa akibat jarak pengaliran dari reservoir (*headloss*) kecil.

Berdasarkan hasil survei di atas, dapat disimpulkan bahwa pipa di dalam rumah responden pelanggan ZAMP masih ada yang menggunakan pipa galvanis. Meskipun mayoritas di rumah responden telah menggunakan jenis pipa *food grade* (pipa PVC dan HPDE/PE), namun usia pipa tersebut mayoritas lebih dari 30 tahun dan tidak pernah dilakukan pergantian dan perbaikan pipa. Oleh karena itu, pihak PDAM seharusnya menentukan standarisasi jenis pipa yang digunakan di dalam rumah untuk mengalirkan air siap minum serta melakukan pengecekan kondisi pipa dan bila perlu memberikan edukasi bagaimana pemeliharaan sarana dan prasarana

air minum di dalam rumah agar kualitas air di rumah pelanggan terjaga.

### **5.1.2.3 Analisis Kualitas Air ZAMP PDAM Surya Sembada Kota Surabaya**

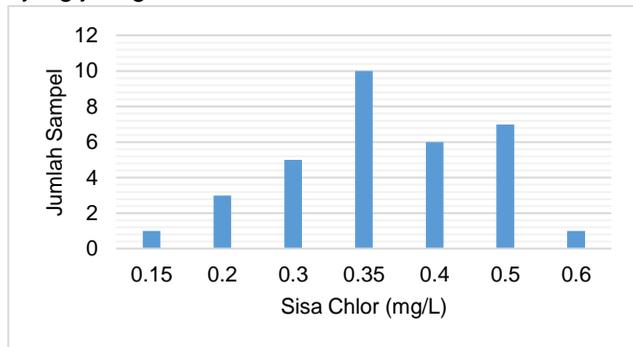
Instalasi ZAMP di Ngagel menggunakan air baku yang berasal dari reservoir IPAM Ngagel III sehingga kualitas air bakunya sendiri sudah memenuhi standar baku mutu kualitas air minum sesuai PERMENKES No. 492/MENKES/PER/IV/2010. Pada penelitian ini kualitas air yang dibahas berfokus pada parameter sisa klor dan total *coliform*. Data primer diambil pada bulan Februari hingga Maret 2019. Pengujian kadar sisa kor dilakukan langsung di titik pengambilan sampel dan uji terhadap total *coliform* dilakukan di Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS.

Pengambilan sampel air dilakukan langsung pada keran depan rumah pelanggan yaitu setelah meter air dan tidak boleh ada benda lain yang memungkinkan terjadinya kontaminasi seperti selang dan lain-lain. Hal ini dikarenakan PDAM hanya menjamin kualitas air sampai meter air pelanggan sedangkan kualitas air di dalam rumah pelanggan dipengaruhi oleh kondisi perpipaan dan sarana prasarana air minum yang ada di rumah pelanggan. Pengambilan sampel dilakukan di pagi hari menyesuaikan jam kerja PDAM Surya Sembada Kota Surabaya. Pengambilan sampel dilakukan pukul 08.00-11.00 WIB. Pengukuran sisa klor dilakukan langsung di tempat pengambilan sampel karena menurut Fuadi (2012), residual klorin mudah berubah terhadap waktu sehingga pengukurannya dilakukan di tempat pengambilan sampel untuk mengurangi kemungkinan perubahan konsentrasi selama perjalanan menuju laboratorium.

Dalam pengambilan sampel untuk uji parameter total *coliform* menggunakan botol khusus yang sebelumnya telah dilakukan sterilisasi botol sampel dan menambahkan 4 tetes Natrium Tiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ). Menurut Yoon dan Lee (2004), penambahan Natrium

Tiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) bertujuan untuk menetralkan sisa klor pada botol sampel atau mendeklorinasi air sehingga tidak terjadi desinfeksi ketika sampel air dibawa menuju laboratorium dari tempat pengambilan sampel. Deklorinasi perlu dilakukan untuk menjaga agar kualitas air tetap pada kondisi ketika dilakukan pengambilan sampel (Fuadi, 2012) terutama kondisi bakteriologi. Setelah sampel diambil kemudian botol sampel disimpan dalam *cooler box* yang di dalamnya terdapat *blue ice* untuk mengurangi atau memperlambat reaksi di dalam air. Prosedur pengambilan sampel air dapat dilihat pada Lampiran 1.

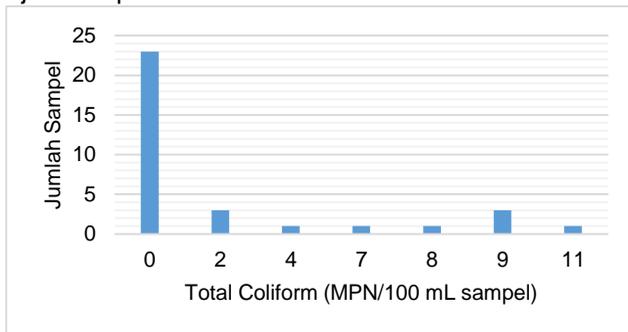
Hasil analisis parameter sisa klor terhadap 33 sampel air di sambungan dapat dilihat pada Gambar 5.17 berikut ini. Pada grafik Gambar 5.17, menunjukkan bahwa konsentrasi sisa klor pada pelanggan ZAMP berkisar antara 0,15-0,6 mg/L. Namun masih terdapat sisa klor yang belum memenuhi baku mutu PERMENKES No.736/MENKES/PER/IV/2010 yaitu satu titik sampel dengan sisa klor 0,15 mg/L (kurang dari 0,2 mg/L) dimana letak titik pengambilan sampel tersebut berada diujung jaringan distribusi DMA 201.



Gambar 5. 17 Distribusi Sisa Klor di Pelanggan ZAMP Bulan Maret 2019

Hasil analisa total *coliform* terhadap 33 sampel air rumah pelanggan yang menjadi responden pelanggan ZAMP pada Bulan Februari dan Maret 2019 menghasilkan grafik seperti pada Gambar 5.18 berikut ini. Berdasarkan gambar Grafik 5.18, menunjukkan bahwa 23 sampel air

pada pelanggan ZAMP telah memenuhi persyaratan PERMENKES No. 492/MENKES/PER/IV/2010 yaitu dengan jumlah total *coliform* 0 MPN/100 mL. Namun masih terdapat 10 sampel yang belum memenuhi baku mutu PERMENKES No. 492/MENKES/PER/IV/2010 karena masih terdapat total *coliform* pada sampel air sebanyak 2 sampai 11 MPN/100 mL sampel. Berdasarkan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat 70% sampel air yang telah memenuhi persyaratan kualitas air minum ditinjau dari parameter total *coliform*.

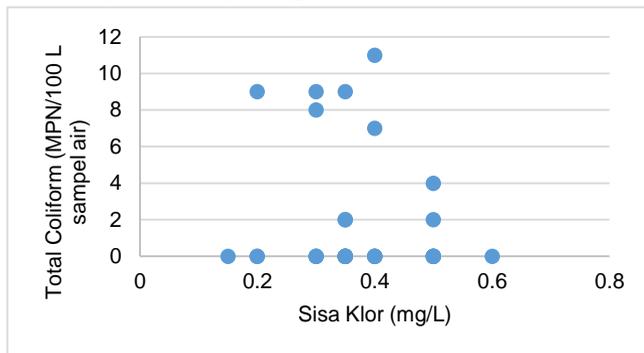


Gambar 5. 18 Distribusi Total *Coliform* di Pelangan ZAMP Bulan Maret 2019

Adanya *coliform* pada 30% sampel air yang diuji, berdasarkan hasil kuesioner, kondisi rumah responden dimana sampel air tersebut diambil semuanya berusia lebih dari 30 tahun dan semuanya tidak pernah melakukan perbaikan dan pergantian pipa serta terdapat 2 rumah yang menggunakan pipa besi dengan usia rumah >45 tahun dan tidak pernah dilakukan pergantian pipa juga. Umur pipa pelanggan mayoritas yang lebih dari 30 tahun dan kondisinya tidak pernah dilakukan perbaikan, pergantian dan perawatan pipa sehingga dapat menyebabkan terbentuknya endapan di dalam pipa setelah meter air pelanggan. Kondisi adanya endapan atau sedimen ini memicu pertumbuhan bakteri *coliform* dalam pipa (LeChevallier *et al.*, 1996). Selain itu keran air pelanggan yang kotor dapat menyebabkan masuknya senyawa organik dan mikroorganisme (Yani da Roosmini, 2008). Sehingga hal ini juga mungkin menjadi penyebab

masih adanya bakteri *coliform* pada sampel air yang diambil di keran rumah pelanggan ZAMP.

Hasil analisa nilai sisa klor terhadap adanya total *coliform* pada 33 sampel air rumah pelanggan yang menjadi responden pelanggan ZAMP pada Bulan Maret 2019 dapat dilihat pada grafik Gambar 5.19.



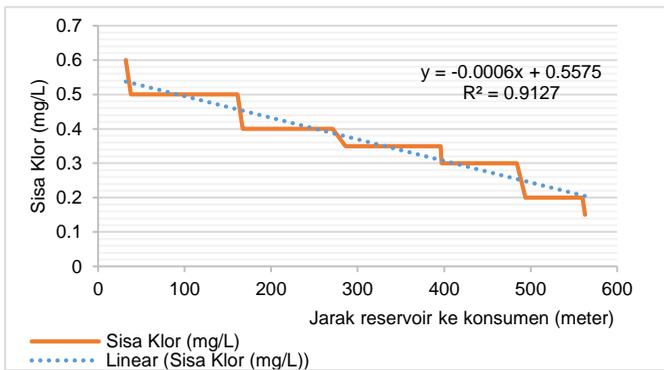
Gambar 5. 19 Nilai Sisa Klor terhadap Total *Coliform*

Berdasarkan grafik Gambar 5.19, menunjukkan bahwa mulai ada *coliform* pada konsentrasi sisa klor  $\leq 0,5$  mg/L. Sedangkan menurut PERMENKES No. 736/MENKES/PER/IV/2010 syarat minimal sisa klor pada titik terjauh adalah jaringan distribusi adalah 0,2 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa dengan sisa klor 0,5 mg/L pada jaringan distribusi DMA 201 di Ngagel Tirta Surabaya masih terdapat mikroorganisme yang belum dapat dihilangkan. Menurut Zahrotul dkk (2018), adanya fluktuasi keberadaan mikrobiologi disebabkan oleh beberapa faktor seperti adanya kebocoran pada pipa. Hal ini memungkinkan terjadi mengingat tingkat kehilangan air di DMA 201 yang sangat tinggi.

Menurut LeChevallier *et al* (1996), tingkat terendah keberadaan *coliform* adalah dengan menjaga sisa klor pada konsentrasi 0,5 mg/L. Oleh karena itu pada DMA 201, lebih baik sisa klor dijaga lebih dari 0,5 mg/L dan dibawah dari kriteria maksimum yaitu 1 mg/L agar ketika ada kontaminan yang masuk akibat dari kebocoran pipa, sisa klor yang ada masih mampu membunuh bakteri

patogen tersebut. Peningkatan konsentrasi klor ini juga harus diimbangi dengan sosialisasi dari PDAM kepada pelanggan bahwa adanya bau obat atau klor sebenarnya bukan indikator yang buruk sehingga mereka tidak perlu khawatir.

Berdasarkan hasil analisis sampel air, terjadi penurunan sisa klor di beberapa titik yang dapat dilihat pada grafik berikut 5.20. Konsentrasi sisa klor menurun dengan cepat sepanjang pipa distribusi karena reaksi kimia dalam air dan interaksi dengan permukaan dalam pipa (Egorov *et al*, 2002).



Gambar 5. 20 Penurunan Sisa Klor Terhadap Jarak Titik Sampling dengan Reservoir

Berdasarkan grafik Gambar 5.20, menunjukkan adanya kecenderungan semakin jauh jarak antara reservoir dengan konsumen, maka semakin kecil konsentrasi sisa klor. Hal ini dapat diketahui dari persamaan  $Y = -0,0006x + 0,5575$  dengan regresi  $R^2 = 0,9127$ . Y merupakan konsentrasi sisa klor (mg/L) dan X adalah jarak dari reservoir ke konsumen (meter). Nilai korelasi antara jarak distribusi air dengan konsentrasi klor adalah  $-0,0006$  diartikan bahwa ada hubungan negatif antara jarak distribusi dengan air dengan sisa klor dimana semakin jauh jarak distribusi air maka semakin kecil sisa klornya. Hasil uji regresi  $R^2 = 0,9127$  menunjukkan hubungan keeratn antara jarak distribusi dan konsentrasi sisa klor sesuai pedoman Sugiyono (2007) adalah tinggi.

Model di atas juga menunjukkan bahwa dengan kondisi tekanan 11,841-24,938 mH<sub>2</sub>O di titik terjauh, setiap bertambahnya jarak distribusi 100 meter, maka konsentrasi sisa klor akan turun sebesar 0,06 mg/L. Dengan demikian sisa klor akan mulai dibawah baku mutu (<0,2 mg/L) pada jarak 595,8 m dari reservoir dan sisa klor akan habis (0 mg/L) pada jarak 929,2 m dari reservoir. Penurunan sisa klor yang drastis dipengaruhi faktor seperti kebocoran air mengingat tingkat kehilangan air di DMA 201 mencapai 44,5%. Hal ini sejalan dengan penelitian Khakim (2017) di Zona 2 PDAM Surya Sembada Kota Surabaya, dimana nilai konsentrasi sisa klor menurun drastis (cepat habis) dipengaruhi faktor kebocoran air. Adanya kebocoran air menyebabkan masuknya kontaminan ke dalam jaringan pipa sehingga sisa klor yang ada digunakan untuk mendegradasi kontaminan tersebut yang berdampak pada menurunnya sisa klor dengan drastis apabila kebocoran air sudah parah.

Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dengan penelitian Hakim (2018) di PDAM Bantul unit Sewon yaitu setiap bertambahnya jarak 100 meter, sisa klor menurun 0,08 mg/L. Demikian juga penelitian Syahputra (2012) di PDAM Kota Semarang dengan lokasi studi Perumahan BSB Jatisari Semarang, dimana setiap bertambahnya jarak 100 meter, sisa klor menurun 0,2 mg/L. Hasil penelitian ini menunjukkan penurunan sisa klor yang lebih besar dibandingkan dengan penelitian Yani dan Roosmini (2008) di PAM Jaya Jakarta, dimana setiap bertambahnya jarak 100 meter, sisa klor menurun 0,033 mg/L. Sedangkan pada penelitian Anggraini dkk (2017) di PDAM Intan Banjar, dimana setiap bertambahnya jarak 100 meter, sisa klor menurun 0,01 mg/L.

Berdasarkan data penelitian tersebut, menunjukkan bahwa pada jarak pertambahan distribusi yang sama yaitu 100 meter, setiap penelitian memiliki penurunan sisa klor yang berbeda-beda. Perbedaan penurunan sisa klor ini selain karena faktor jarak berarti dapat terjadi karena beberapa faktor lain seperti kondisi pipa dan kondisi masing-masing wilayah (Afrianita dkk, 2016). Pada

penelitian Yani dan Roosmini (2008), penurunan sisa klor yang drastis karena sisa klor bereaksi dengan beberapa senyawa seperti  $H_2S$  dan senyawa lainnya, mikroorganisme yang masuk melalui pipa bocor serta sambungan pipa yang tersambung dengan baik, ataupun bereaksi dengan air hujan. Selain itu keran air pelanggan yang kotor dapat menyebabkan masuknya senyawa organik dan mikroorganisme. Alasan tersebut sejalan dengan pendapat Anggaraini dkk (2017) dimana penurunan sisa klor disebabkan oleh beberapa faktor seperti usia pipa yang sudah tua, adanya penyambungan pipa yang kurang sempurna, kebocoran pipa distribusi yang menyebabkan semakin bertambahnya mikroorganisme dalam air. Sisa klor sendiri juga mengalami penurunan konsentrasi ketika melalui filtrasi di membran.

Apabila pihak PDAM akan melakukan perluasan pelayanan, pada jarak 595,8 m dari reservoir dimana sisa klor dibawah kriteria minimum yaitu kurang dari 0,2 mg/L perlu dilakukan injeksi chor dengan *booster chlorination* agar sisa klor di jaringan distribusi cukup memadai dan memenuhi kriteria hingga titik terjauh distribusi. Selain itu, sebelum perluasan pelayanan, masalah kebocoran fisik harus diatasi terlebih dahulu untuk menghindari kontaminasi air dan penurunan sisa klor yang terlalu drastis.

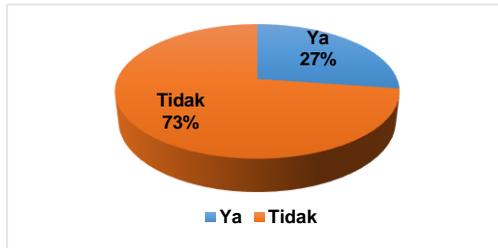
#### **5.1.2.4 Persepsi Pelanggan Terhadap Kualitas, Kuantitas dan Kontinuitas**

Pada penelitian ini, persepsi pelanggan ZAMP yang dikaji adalah terkait kualitas, kuantitas dan kontinuitas air yang didistribusikan ke pelanggan. Metode pengumpulan data dengan memberikan kuesioner kepada pelanggan dimana mereka memilih salah satu tingkat persetujuan persepsi dari pernyataan yang tersedia.

##### **A. Persepsi Pelanggan Terhadap Kualitas**

Selain dilakukan pengambilan sampel dan analisis sisa klor, kemudian dilakukan kuesioner kepada 33 responden yang telah diambil sampel airnya tersebut untuk mengetahui persepsi pelanggan terhadap kondisi

kualitas air yang didistribusikan terkait bau obat (sisa klor), kekeruhan air dan frekuensi terjadinya diare. Kuesioner terkait ada tidaknya bau obat atau klorin pada air keran yang didistribusikan PDAM dimana bau klorin atau obat merupakan istilah umum di masyarakat terkait parameter sisa klor dalam air PDAM. Hasil kuesioner persentase kualitas air berdasarkan bau dapat dilihat pada diagram Gambar 5.21.

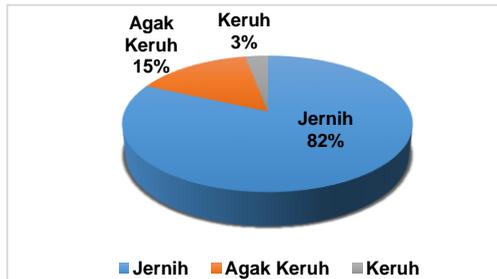


Gambar 5. 21 Persentase Kualitas Air Berdasarkan Bau

Berdasarkan Gambar 5.21, menunjukkan bahwa 73% responden menyatakan bahwa air yang terdapat di DMA 201 tidak berbau obat atau klorin. Hal ini dikarenakan pada daerah tersebut memang masih terdapat sisa klor dengan konsentrasi memenuhi persyaratan yaitu 0,15 sampai 0,6 mg/L. Menurut Mursyid (1991) dalam Ali (2010) klor bebas dapat menimbulkan bau yang jelas pada konsentrasi 3,5 ppm atau 3,5 mg/L.

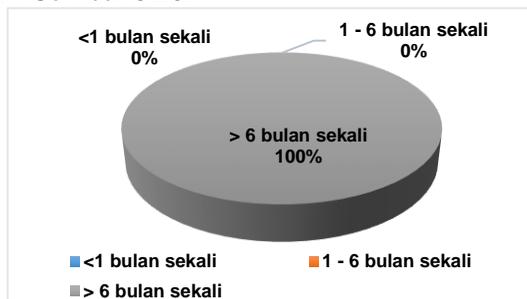
Sebanyak 82% dari responden mengatakan air yang didistribusikan jernih. Sedangkan 15% dari responden mengatakan air yang didistribusikan agak keruh dan 3% lainnya mengatakan air yang didistribusikan kondisinya keruh. Menurut pelanggan tersebut, air yang agak keruh dan keruh ini bukan karena adanya endapan, melainkan karena segi warnanya yang menurut mereka kurang jernih jika dibandingkan dengan air minum yang biasa mereka konsumsi. Namun responden tersebut mengakui bahwa kualitas airnya secara fisik memang lebih baik daripada kualitas air PDAM sebelum adanya ZAMP. Hasil kuesioner persentase kualitas air ZAMP di Ngagel

Tirto berdasarkan kekeruhannya dapat dilihat pada diagram Gambar 5.22.



Gambar 5. 22 Persentase Kualitas Air Berdasarkan Kekeruhannya

Menurut Nurpauji dkk (2015), sumber air minum merupakan sarana penting dan berkaitan dengan kejadian diare. Oleh karena itu terkait dengan parameter total *coliform* pada air siap minum yang disalurkan ke pelanggan dilakukan kuesioner terkait frekuensi kejadian diare. Berdasarkan hasil kuesioner, 100% dari responden mengatakan bahwa frekuensi sakit diare lebih dari 6 bulan sekali. Namun pelanggan mengatakan bahwa kejadian diare ini bukan karena air yang dikonsumsi. Hasil kuesioner persentase frekuensi terjadinya sakit diare pada pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto dapat dilihat pada diagram Gambar 5.23.

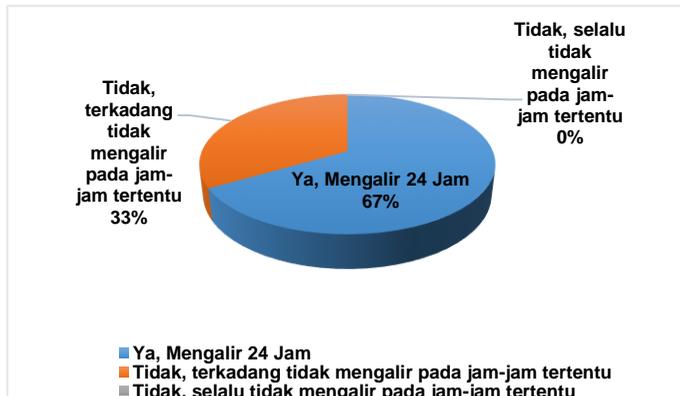


Gambar 5. 23 Persentase Frekuensi Terjadinya Sakit Diare pada Pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto

## B. Persepsi Pelanggan Terhadap Kontinuitas

Kontinuitas pengaliran air yang ideal adalah ketersediaan air 24 jam *non-stop* mengingat kebutuhan akan ketersediaan air tidak tergantung pada waktu. Berdasarkan hasil kusioner yang dapat dilihat pada diagram Gambar 5.24, sebanyak 67% dari keseluruhan responden mengatakan air PDAM di rumah mereka selalu ada dan mengalir selama 24 jam. Sedangkan 33% dari keseluruhan responden mengatakan bahwa air di rumah mereka terkadang tidak mengalir pada jam-jam tertentu selama beberapa saat dan terkadang terjadi saat menjelang maghrib atau pagi hari. Tidak ada responden yang mengatakan bahwa air di rumah mereka selalu tidak mengalir jam-jam tertentu.

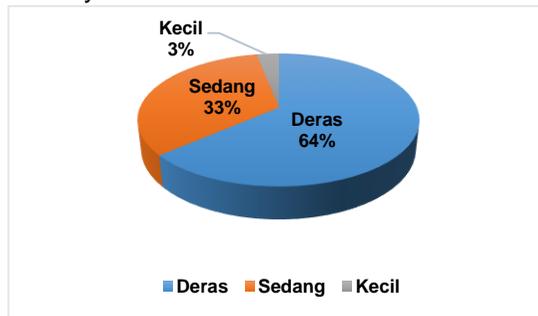
Selama ini walaupun instalasi ZAMP mati, pelanggan tetap memperoleh suplai air bersih. Terjadinya kondisi dimana air terkadang tidak mengalir beberapa saat terutama saat maghrib atau pagi hari karena pada jam-jam tersebut terjadi peningkatan pemakaian air dan mungkin pada hari tersebut peningkatan pemakaian airnya terlalu tinggi sehingga kapasitas instalasi tidak mampu untuk mengimbangi peningkatan kebutuhan air tersebut mengingat kapasitas tangki penampung hasil produksi kecil sehingga menyebabkan air mati beberapa saat.



Gambar 5. 24 Presentase Kontinuitas Aliran ZAMP di Ngagel Tirta Surabaya

### C. Persepsi Pelanggan Terhadap Kuantitas

Kuesioner tentang tekanan air di sambungan rumah pelanggan ini terkait dengan syarat kuantitas dalam sistem distribusi karena persepsi pelanggan terhadap pelayanan kuantitas secara fisik yang dapat diamati, lebih dinyatakan pada tekanan air yaitu deras atau tidaknya aliran air (Setyawan dkk, 2013). Hasil kuesioner persentase kondisi tekanan aliran air ZAMP di Ngagel Tirto dapat dilihat pada diagram Gambar 5.25. Berdasarkan diagram Gambar 5.25, menunjukkan bahwa sebagian besar responden mengatakan air yang mereka terima alirannya deras yaitu sebanyak 64%. Sedangkan 33% dari responden mengatakan air yang mereka terima alirannya sedang dan 3% responden lainnya mengatakan air yang mereka terima alirannya kecil.



Gambar 5. 25 Persentase Kondisi Tekanan Aliran Air ZAMP di Ngagel Tirto Surabaya

Responden yang mengatakan aliran airnya kecil (tidak deras) merupakan pelanggan SR non-domestik (sekolah), dimana responden yang diwawancarai menjawab dengan membandingkan kondisi aliran air di sekolah tersebut dengan aliran air di rumah mereka yang kondisinya menggunakan tandon air. Namun mayoritas pelanggan berpendapat aliran air di rumah mereka sedang dan deras, dimana hal ini telah sesuai dengan hasil analisis simulasi jaringan dengan WaterCad V8i yang menunjukkan bahwa di titik terjauh saat jam pemakaian air maksimum, tekanan lebih dari 10 mH<sub>2</sub>O yang artinya masih memenuhi kriteria tekanan minimum.

### 5.1.2.5 Analisis Kepuasan Pelanggan ZAMP terhadap Kualitas, Kuantitas dan Kontinuitas

Adapun langkah untuk mengukur tingkat kepuasan konsumen dapat menggunakan metode sistem keluhan dan saran serta survei kepuasan pelanggan. Selain kualitas yang harus memenuhi standar baku mutu, kuantitas dan kontinuitas aliran yang terjamin merupakan hal yang paling penting dalam menentukan kepuasan pelanggan. Salah satu manfaat pengukuran tingkat kepuasan pelanggan adalah pelanggan dengan tingkat kepuasan yang tinggi akan merekomendasikan suatu produk atau jasa yang dipakainya kepada orang lain. Hal ini dapat akan menjadikan semakin luasnya area yang dapat terlayani. Peningkatan pemakaian air PDAM dapat mengurangi penggunaan alternatif seperti air minum dalam kemasan atau air galon isi ulang atau air eceran jerigen (Setyawan dkk, 2013).

Tingkat kepuasan pelanggan dapat dinilai menggunakan rumus skala *Likert*. Metode pengumpulan data dengan memilih salah satu tingkat persetujuan kepuasan dari pernyataan yang tersedia. Hasil dari pilihan akan ditarik kesimpulan mengenai tingkat kepuasan terkait pertanyaan yang diajukan. Pada penelitian ini, kemungkinan jawaban dibuat skala 5 peringkat yaitu sangat puas, puas, sedang, tidak puas dan sangat tidak puas. Kelima skala penilaian tersebut diberi penilaian bobot sebagai berikut :

- a. Jawaban sangat puas diberi bobot 5
- b. Jawaban puas diberi bobot 4
- c. Jawaban sedang diberi bobot 3
- d. Jawaban tidak puas diberi bobot 2
- e. Jawaban sangat tidak puas diberi bobot 1

Persamaan skor *Likert* dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$\text{Skor} = T \times P_n \dots\dots\dots 5. 2$$

Keterangan:

T = Jumlah responden yang memilih

P<sub>n</sub> = Bobot *Likert* untuk pendapat tertentu

*Output* dari metode *Likert* adalah berupa interpretasi dari rumus indeks yang dihasilkan. Untuk mendapatkan rumus indeks, diperlukan perhitungan skor tertinggi (Y) dan terendah (X) pada skala *Likert*. Skor tertinggi didapatkan dari perkalian antara bobot tertinggi dengan total responden. Skor terendah didapatkan dari pengalian antara bobot terendah dengan total responden. Skor tertinggi dan terendah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 5.3 dan 5.4. Rumus indeks dapat dihitung dengan persamaan 5.5.

$$\text{Skor tertinggi (Y)} = \text{Bobot tertinggi} \times \text{total responden} \dots 5.3$$

$$\text{Skor terendah (X)} = \text{Bobot terendah} \times \text{total responden} \dots 5.4$$

$$\text{Rumus indeks} = \frac{\text{Total Skor Likert}}{\text{Skor tertinggi Likert}} \times 100\% \dots 5.5$$

Untuk mendapatkan skor terendah dan skor tertinggi dapat dilakukan dengan perhitungan di bawah ini.

$$\text{Skor tertinggi (Y)} = 5 \times 33 = 165$$

$$\text{Skor terendah (X)} = 1 \times 33 = 33$$

Hasil dari perhitungan skor *Likert* diinterpretasi sesuai dengan interval yang ditentukan. Penentuan interval dilakukan berdasarkan skor tertinggi, skor terendah, dan jumlah interpretasi. Contoh penentuan interval adalah sebagai berikut.

$$\text{Persentase terendah} = \frac{\text{Skor terendah}}{\text{Skor tertinggi}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase terendah} = \frac{33}{165} \times 100\% = 20\%$$

$$\text{Persentase tertinggi} = \frac{\text{Skor tertinggi}}{\text{Skor tertinggi}} \times 100\%$$

$$= \frac{165}{165} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Rentang interval} = \frac{\text{Persentase tertinggi} - \text{persentase terendah}}{\text{Jumlah interpretasi}}$$

$$= \frac{100\% - 20\%}{5} = 16\%$$

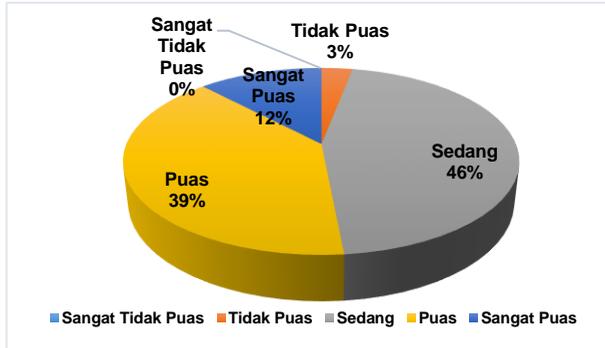
Sehingga didapatkan persentase terendah adalah 20%, persentase tertinggi adalah 100%, dan rentang persentase tiap interval adalah 16%. Penentuan interpretasi dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5. 11 Interpretasi Nilai Skala *Likert*

Tabel Persentase Nilai	Interpretasi
20% - 35,99%	Sangat tidak puas
36% - 51,99%	Tidak Puas
52% - 67,99%	Sedang
68% - 83,99%	Puas
84% - 100%	Sangat puas

- Kepuasan Pelanggan Terhadap Kualitas Air yang Didistribusikan

Hasil kuesioner persentase kepuasan pelanggan terhadap kualitas air yang didistribusikan PDAM Surabaya dapat dilihat pada diagram Gambar 5.26. Berdasarkan diagram Gambar 5.26 menunjukkan bahwa sebagian responden mengaku tingkat kepuasannya sedang terhadap kualitas air siap minum yang didistribusikan yaitu sebanyak 46%. Tidak ada responden yang mengaku sangat tidak puas terhadap kualitas air siap minum yang didistribusikan PDAM. Mayoritas pelanggan cenderung mengatakan puas dan sangat puas karena sejak adanya ZAMP kondisi airnya lebih jernih daripada sebelumnya. Namun ada pelanggan yang tidak puas karena sesuai namanya yaitu air siap minum, mereka berharap airnya sejinis air minum yang mereka biasa konsumsi serta terkadang agak keruh lagi karena sistem *bypass* yang diterapkan. Sehingga hal ini menyebabkan mereka mengatakan tidak puas.



Gambar 5. 26 Persentase Kepuasan Pelanggan Terhadap Kualitas Air Siap Minum yang Didistribusikan ke Pelanggan ZAMP

Hasil perhitungan *likert* kepuasan pelanggan terhadap kualitas air siap minum dapat dilihat pada Tabel 5.12 berikut.

Tabel 5. 12 Hasil Perhitungan *Likert* Kepuasan Pelanggan terhadap Kualitas Air Siap Minum

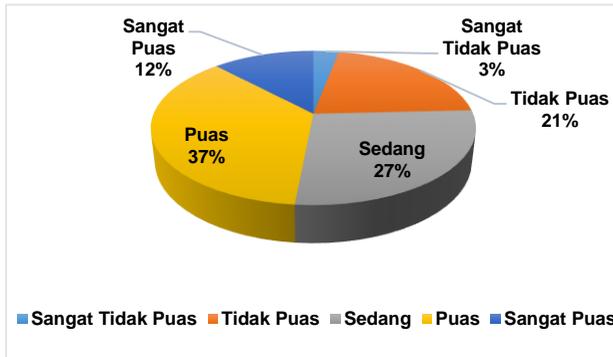
Point	Bobot	Jumlah	Skor
Sangat Puas	5	4	20
Puas	4	13	52
Sedang	3	15	45
Tidak Puas	2	1	2
Sangat Tidak Puas	1	0	0
Total		33	121
Skor Tertinggi <i>Likert</i> (Y)			165
Rumus Indeks			72,12%

Berdasarkan Tabel 5.12, menunjukkan bahwa kepuasan pelanggan terhadap kualitas air siap minum menghasilkan rumus indeks sebesar 72,12% dan berdasarkan interpretasi nilai skala *Likert* yang dapat dilihat pada Tabel 5.11, dikategorikan “Puas” terhadap kualitas air siap minum yang didistribusikan saat ini. Walaupun hasil analisis kualitas sampel air di pelanggan masih ada yang belum memenuhi standar kualitas air siap minum, namun berdasarkan penilaian oleh pelanggan secara fisik, ZAMP di Ngagel Tirto ini tetap mampu

memberikan kepuasan tersendiri bagi pelanggan meskipun masih ada pelanggan yang mengatakan tidak puas dengan kualitas air siap minum tersebut.

- Kepuasan Pelanggan Terhadap Kontinuitas Air yang Didistribusikan

Hasil kuesioner persentase kepuasan pelanggan terhadap kontinuitas air yang didistribusikan PDAM Surabaya dapat dilihat pada diagram Gambar 5.27.



Gambar 5. 27 Persentase Tingkat Kepuasan Responden Pelanggan ZAMP Terhadap Kontinuitas Pengaliran Program ZAMP di Ngagel Tirto

Sebanyak 37% dari responden mengatakan puas, 27% mengatakan sedang, 21% mengatakan tidak puas, 12% mengatakan sangat puas dan 3% lainnya mengatakan sangat tidak puas. Adanya pelanggan yang tidak puas dan sangat tidak puas terhadap kontinuitas pengaliran karena air di rumah pelanggan tersebut terkadang tidak mengalir pada jam-jam tertentu walaupun tidak setiap hari. Selain itu karena rumah pelanggan tersebut dekat dengan instalasi ZAMP, mereka berharap aliran airnya mengalir terus 24 jam tanpa tandon. Kedua hal ini membuat beberapa pelanggan terganggu sehingga ada yang mengatakan tidak puas dan sangat tidak puas. Hasil perhitungan *Likert* kepuasan pelanggan terhadap kontinuitas air yang didistribusikan dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut.

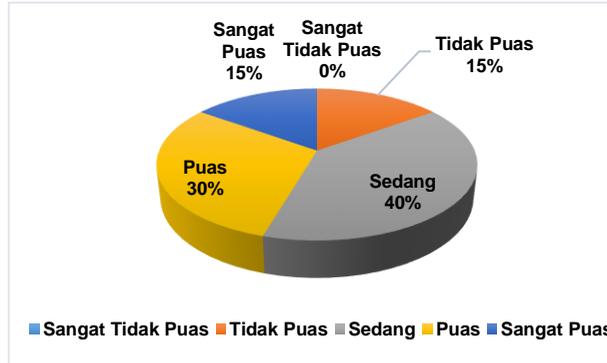
Tabel 5. 13 Hasil Perhitungan *Likert* Kepuasan Pelanggan Terhadap Kontinuitas Air Yang Didistribusikan

Point	Bobot	Jumlah	Skor
Sangat Puas	5	4	20
Puas	4	12	48
Sedang	3	9	27
Tidak Puas	2	7	14
Sangat Tidak Puas	1	1	1
Total		33	110
Skor Tertinggi Likert (Y)			165
Rumus Indeks			66,67%

Berdasarkan Tabel 5.13, menunjukkan bahwa kepuasan pelanggan terhadap kontinuitas air yang didistribusikan menghasilkan rumus indeks sebesar 66,67% dan berdasarkan interpretasi nilai skala *Likert* yang dapat dilihat pada Tabel 5.11, dikategorikan “Sedang” terhadap kontinuitas air yang didistribusikan saat ini. Sehingga kondisi pelayanan PDAM ditinjau dari segi kontinuitas perlu diperbaiki dan segera diatasi kendalanya agar tercapai kondisi pengaliran yang selalu kontinu selama 24 jam setiap harinya sesuai kebutuhan pelanggan.

- Kepuasan Pelanggan Terhadap Kuantitas Air yang Didistribusikan

Seperti yang telah dibahas pada sub bab sebelumnya bahwa persepsi terhadap kuantitas pelayanan PDAM yang diamati secara fisik berkaitan dengan deras atau tidaknya aliran air di keran pelanggan. Hasil kuesioner persentase kepuasan pelanggan terhadap kuantitas air yang didistribusikan PDAM Surabaya dapat dilihat pada diagram Gambar 5.28.



Gambar 5. 28 Persentase Tingkat Kepuasan Responden Pelanggan ZAMP Terhadap Kuantitas Pengaliran Program ZAMP di Ngagel Tirto

Berdasarkan diagram Gambar 5.28 menunjukkan bahwa sebagian responden yaitu sebanyak 40% mengaku tingkat kepuasannya sedang terhadap kuantitas air siap minum yang didistribusikan. Tidak ada responden yang mengaku sangat tidak puas terhadap kuantitas air siap minum yang didistribusikan PDAM. Berdasarkan hasil analisis data, kapasitas produksi memang telah memenuhi konsumsi air pelanggan. Namun karena rumah pelanggan tersebut dekat dengan instalasi ZAMP, mereka berharap aliran airnya deras walaupun tanpa tandon air. Hal ini membuat pelanggan menjawab tidak puas.

Hasil perhitungan *Likert* kepuasan pelanggan terhadap kuantitas air yang didistribusikan dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut.

Tabel 5. 14 Hasil Perhitungan Likert Kepuasan Pelanggan Terhadap Kuantitas Air Yang Didistribusikan

Point	Bobot	Jumlah	Skor
Sangat Puas	5	5	25
Puas	4	10	40
Sedang	3	13	39
Tidak Puas	2	5	10
Sangat Tidak Puas	1	0	0
Total		33	114

Point	Bobot	Jumlah	Skor
Skor Tertinggi Likert (Y)			165
Rumus Indeks			69,09%

Berdasarkan Tabel 5.14, menunjukkan bahwa kepuasan pelanggan terhadap kuantitas air yang didistribusikan menghasilkan rumus indeks sebesar 69,09% dan berdasarkan interpretasi nilai skala *Likert* yang dapat dilihat pada Tabel 5.11, dikategorikan “Puas” terhadap kuantitas yang didistribusikan saat ini. Sehingga kondisi pelayanan PDAM ditinjau dari segi kuantitas, perlu dipertahankan dan ditingkatkan lagi agar pelayanannya lebih maksimal dan dapat memenuhi kebutuhan pelanggan dalam kondisi sesuai dengan yang mereka harapkan.

Untuk mengetahui tingkat kepuasan pelanggan secara keseluruhan terhadap kondisi pelayanan PDAM baik dari segi kualitas, kuantitas dan kontinuitas, dilakukan perhitungan rata-rata rumus indeks skala *Likert* dari ketiga aspek tersebut yang diperoleh dari perhitungan sebelumnya. Rekap hasil perhitungan *Likert* kepuasan pelanggan terhadap kondisi pelayanan PDAM dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut.

Tabel 5. 15 Rekap Hasil Perhitungan *Likert* Kepuasan Pelanggan Terhadap Kondisi Pelayanan PDAM

No	Aspek Pelayanan PDAM	Rumus Indeks Likert
1	Kualitas	72,12%
2	Kontinuitas	66,67%
3	Kuantitas	69,09%
Rata-rata		69,29%

Berdasarkan Tabel 5.15, menunjukkan bahwa kepuasan pelanggan terhadap kondisi pelayanan PDAM menghasilkan rumus indeks sebesar 69,29% dan berdasarkan interpretasi nilai skala *Likert* yang dapat dilihat pada Tabel 5.11, dikategorikan “Puas” terhadap kondisi pelayanan PDAM saat ini. Sehingga kondisi pelayanan PDAM ditinjau ketiga aspek tersebut, urutan prioritas aspek yang perlu diperbaiki berdasarkan besarnya persentase rumus indeks *Likert*

yang diperoleh yaitu pertama aspek kontinuitas, kemudian aspek kuantitas dan terakhir aspek kualitas.

## **5.2 Evaluasi Pemanfaatan Air Siap Minum oleh Pelanggan Zona Air Minum Prima (ZAMP) di Ngagel Tirto Surabaya**

### **5.2.1 Kondisi Eksisting Pemanfaatan Air Siap Minum**

Tujuan dari diterapkannya program ZAMP adalah untuk meningkatkan pelayanan PDAM dengan menyediakan air berkualitas siap minum kepada pelanggan. Adanya air dengan kualitas yang siap minum ini perlu dioptimalkan pemanfaatannya agar dapat mengurangi pengeluaran terhadap air minum dalam kemasan dan air galon isi ulang. Pemanfaatan air siap minum PDAM sebagai sumber air untuk dikonsumsi sehari-hari menunjukkan dukungan dan kepercayaan dari pelanggan terhadap PDAM sehingga program ZAMP akan berjalan efektif.

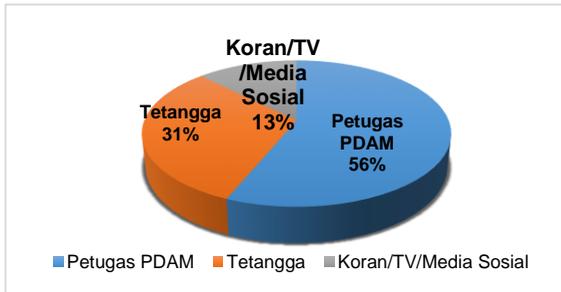
Sebelum melakukan kajian terkait pemanfaatan air siap minum oleh pelanggan, terlebih dahulu dilakukan kajian terkait pengetahuan pelanggan ZAMP tentang adanya program ZAMP ini. Berdasarkan hasil kuesioner yang dapat dilihat pada diagram Gambar 5.29, terdapat 52% yang mengatakan tidak mengetahui tentang program air siap minum ini. Sedangkan 48% lainnya mengatakan telah mengetahui mengetahui program air siap minum ini.



Gambar 5. 29 Persentase Pengetahuan Pelanggan Terhadap Adanya Program ZAMP

Dari 48% yang telah mengetahui program ZAMP, sumber informasi mereka tentang program ZAMP juga berbeda-beda. Hasil kuesioner yang menggambarkan persentase sumber informasi tentang program ZAMP dapat dilihat pada diagram

Gambar 5.30. Sebanyak 56% telah mengetahui program ZAMP dari petugas PDAM. Selanjutnya terdapat 31% telah mengetahui program ZAMP dari tetangga. Sedangkan 13% lainnya yang telah mengetahui program ZAMP dari koran/TV/media sosial. Berdasarkan data tersebut, dapat dikatakan bahwa peran PDAM dalam memberi informasi terkait ZAMP cukup baik namun penyebaran informasinya kurang merata sehingga masih ada beberapa responden yang belum mengetahui program ZAMP ini. Oleh karena itu selain melakukan sosialisasi melalui penyuluhan langsung di Balai RW, perlu juga dilakukan sosialisasi di media massa dan media sosial yang informasinya dapat diakses kapan saja dan dimana saja sehingga dapat membantu dalam penyebaran informasi tentang ZAMP.

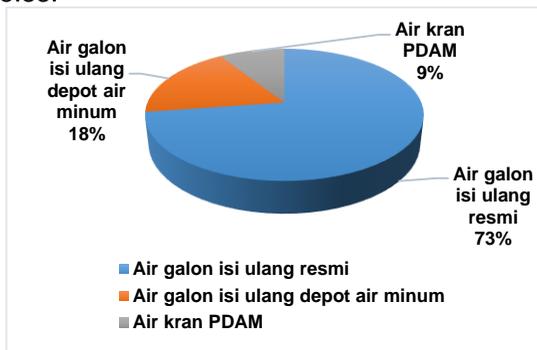


Gambar 5. 30 Persentase Sumber Informasi Tentang Program ZAMP

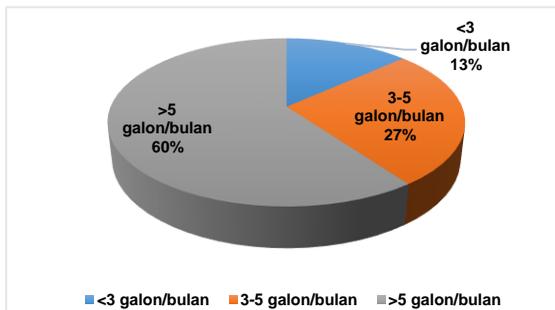
Berdasarkan hasil kuesioner, di DMA 201 hanya 9% responden yang menggunakan air keran PDAM sebagai sumber air minum yang dikonsumsi sehari-hari. Semua responden tersebut dulunya memang sudah menggunakan air PDAM namun *treatmentnya* berbeda dimana dulunya airnya harus diendapkan dahulu beberapa, sekarang bisa langsung digunakan. Sedangkan sisanya menggunakan air galon isi ulang baik resmi maupun dari depot air minum dengan kuantitas air minum dalam kemasan galon yang dikonsumsi rata-rata lebih dari 3 galon per bulan. Selain itu, di DMA 201 hanya 38% dari seluruh responden yang menggunakan air PDAM untuk kegiatan memasak seperti memasak sayur dan menanak nasi, sedangkan 62% responden lainnya menggunakan AMDK untuk kebutuhan memasak sekalipun. Berdasarkan hasil kuesioner dapat disimpulkan bahwa selama dijalankannya program ZAMP hampir 1 tahun terakhir

belum bisa mengubah pola konsumsi air minum masyarakat dari air minum dalam kemasan menjadi air siap minum PDAM.

Hasil kuesioner berupa persentase sumber pemakaian air untuk dikonsumsi sehari-hari pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto dapat dilihat pada diagram Gambar 5.31. Hasil kuesioner berupa persentase jumlah air minum dalam kemasan atau galon yang dikonsumsi pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto dapat dilihat pada diagram Gambar 5.32. Hasil kuesioner berupa persentase jumlah responden yang menggunakan air PDAM untuk kegiatan memasak ZAMP di Ngagel Tirto dapat dilihat pada diagram Gambar 5.33.



Gambar 5. 31 Persentase Sumber Pemakaian Air Untuk Dikonsumsi Sehari-hari Pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto



Gambar 5. 32 Persentase Jumlah Air Minum dalam Kemasan atau Galon yang Dikonsumsi Pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto



Gambar 5. 33 Persentase Jumlah Responden yang Menggunakan Air PDAM Untuk Kegiatan Memasak ZAMP di Ngagel Tirto

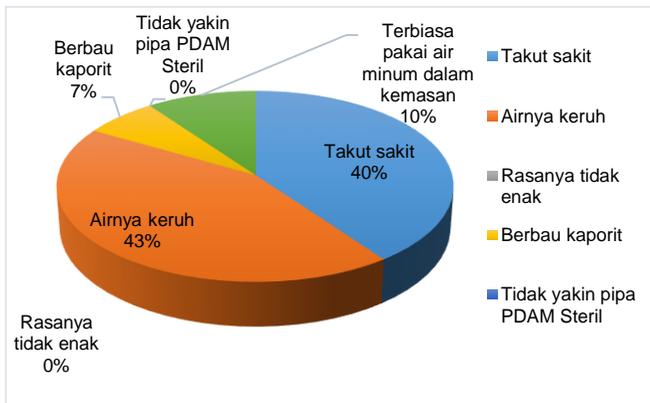
Berdasarkan hasil kuesioner, 12% dari responden memasak terlebih dahulu air yang akan dikonsumsi. 75% dari responden yang memasak airnya terlebih dahulu tersebut menggunakan air siap minum PDAM sebagai sumber air minum yang dikonsumsi sehari-hari karena alasan takut sakit. 25% lainnya merupakan responden yang menggunakan air minum dalam kemasan namun memasak airnya terlebih dahulu dengan alasan takut sakit juga. Hal ini menandakan bahwa responden tersebut belum percaya akan kualitas air yang mereka konsumsi. Gambar 5.34 berikut merupakan diagram persentase cara konsumsi air sehari-hari sebelum diminum pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto.



Gambar 5. 34 Persentase Cara Konsumsi Air Sehari-hari Sebelum Diminum Pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto

Berdasarkan hasil kuesioner yang dapat dilihat pada diagram Gambar 5.35, alasan responden saat tidak menggunakan air siap minum PDAM untuk diminum antara lain 43% dari

responden mengatakan airnya agak keruh karena menurut mereka air siap minum PDAM kurang jernih jika dibandingkan dengan air minum yang biasa mereka konsumsi. 40% dari responden mengatakan takut sakit karena air baku PDAM menggunakan air Sungai dimana mereka tahu sendiri kondisinya seperti apa mengingat lokasi tempat tinggal mereka dekat dengan *intake*, 7% dari responden tidak menggunakan air siap minum PDAM untuk sumber air minum karena terganggu akan adanya bau kaporit. Sedangkan 10% lainnya beralasan karena kebiasaan menggunakan AMDK. 100% dari responden yang telah mengetahui adanya program ZAMP ini, tidak ada yang menggunakan air keran PDAM untuk dikonsumsi. Hal ini menandakan bahwa responden belum percaya akan kualitas air siap minum PDAM.



Gambar 5. 35 Persentase Alasan Responden Tidak Menggunakan Air PDAM Sebagai Sumber Air Minum untuk Dikonsumsi Pelanggan ZAMP di Ngagel Tirto

Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada pelanggan yang mengonsumsi air siap minum langsung dari keran atau bisa dikatakan persentase pelanggan ZAMP yang mengonsumsi langsung air siap minum PDAM dari keran untuk memenuhi kebutuhan konsumsi adalah 0%. Berdasarkan hasil kuesioner dapat disimpulkan bahwa selama dijalankannya program ZAMP hampir 1 tahun terakhir, belum mampu mengubah pola konsumsi masyarakat dari air minum dalam kemasan menjadi air siap minum PDAM. Hal ini menunjukkan butuh waktu yang lebih lama dan metode sosialisasi yang tepat untuk menyakinkan pelanggan agar

bisa merubah pola konsumsi air minum di masyarakat Ngagel Tirto Surabaya.

### 5.2.2 Penghematan Pengeluaran Apabila Beralih Menggunakan Air Siap Minum PDAM

Adanya program ZAMP ini diharapkan air siap minum yang disediakan oleh PDAM Surya Sembada Surabaya dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya dan dapat mengurangi biaya pembelian air minum dalam kemasan bagi masyarakat, sehingga dapat menghemat pengeluaran. Harga untuk 1 galon air minum isi ulang resmi terkemuka di Indonesia berisi 19 L adalah Rp 17.000,00 (<https://harga.web.id/>). Sedangkan harga rata-rata untuk 1 galon air minum isi ulang depot air minum di Surabaya berisi 19 L adalah Rp 5.000,00. Harga air siap minum PDAM saat ini sama dengan tarif air PDAM biasanya yang dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Pada penelitian ini, perhitungan persentase penghematan per bulan hanya dilakukan pada pemakaian air pelanggan domestik yaitu pada klasifikasi kode tarif 3B, 4A dan 4B. Apabila pelanggan ZAMP telah beralih menggunakan air keran PDAM yang sudah siap minum tanpa perlu dimasak terlebih dahulu, maka peningkatan kebutuhan air rata-rata untuk setiap SR adalah sebagai berikut :

- Asumsi per KK memerlukan 2 galon/minggu atau setara dengan 1 orang mengonsumsi air 1,1 L/hari saat di rumah.
- Kebutuhan air galon ulang resmi dan depot air minum/SR/bulan  
 $= 2 \text{ galon/minggu} \times 4 \text{ minggu/bulan} \times 19 \text{ L/galon}$   
 $= 152 \text{ L/bulan}$
- Kebutuhan air rata-rata/bulan  
 $= 34,136 \text{ m}^3/\text{SR/bulan}$
- Peningkatan jumlah konsumsi air PDAM

$$= \frac{\text{Pemakaian air galon}}{\text{Kebutuhan air rata-rata+pemakaian galon}} \times 100\% \dots\dots\dots 5.6$$

$$= \frac{152 \text{ L/SR/bulan}}{34136 \text{ L/SR/bulan} + 152 \text{ L/SR/bulan}} \times 100\%$$

= 0,6 % (dibulatkan ke atas menjadi 1% dengan mempertimbangkan fluktuasi kebutuhan air minum maupun air bersih untuk selain kebutuhan air minum)

- Biaya untuk kebutuhan air galon isi ulang resmi/bulan  
 $= 2 \text{ galon/minggu} \times 4 \text{ minggu/bulan} \times \text{Rp } 17.000,00/\text{galon}$   
 $= \text{Rp } 136000,00/\text{bulan}$
- Biaya untuk kebutuhan air galon isi ulang depot air minum/bulan  
 $= 2 \text{ galon/minggu} \times 4 \text{ minggu/bulan} \times \text{Rp } 5.000,00/\text{galon}$   
 $= \text{Rp } 40000,00/\text{bulan}$

Perhitungan biaya pemakaian air PDAM dilakukan menggunakan simulasi rekening pada *website* PDAM Surya Sembada Kota Surabaya ([https://www.pdam-sby.go.id/page.php?get=informasi\\_pelanggan](https://www.pdam-sby.go.id/page.php?get=informasi_pelanggan)). Langkah yang dilakukan adalah memilih klasifikasi kode tarif pelanggan pada kolom "Tarif". Selanjutnya memilih ukuran meter air yang terpasang di rumah pelanggan pada kolom "Ukuran meter". Pada penelitian ini, dipilih ukuran meter air pelanggan 0,5 inch yang umumnya digunakan pelanggan rumah tangga biasa. Kemudian masukkan volume pemakaian air (m<sup>3</sup>) per bulan pada kolom "Pemakaian". Langkah terakhir klik opsi "Hitung" untuk mengetahui tagihan pemakaian air. Pada penelitian ini, biaya yang diperhitungkan termasuk biaya sewa meter air dan PPN. Contoh perhitungan biaya pemakaian air PDAM dapat dilihat pada Gambar 5.36.

**Simulasi Rekening**

**MEMBUKAH METER**

Tarif : 1

Ukuran Meter : 0,5

Pemakaian : 54,22 m<sup>3</sup>

Hitung

**PERINGATAN PEMAKAIAN DAN TAGIHAN**

Kategori	Pemakaian (m <sup>3</sup> )	Progressive (Rp)	Rp.
Pakai 1	10	1.500	15.000
Pakai 2	10	2.000	22.000
Pakai 3	14	3.000	40.000
Pakai 4	9	0	0
Rp Pemakaian			86.000
Sewa Meter			4.000
PPN Sewa Meter			400
<b>Total Rp Pemakaian</b>			<b>91.176</b>

Gambar 5. 36 Contoh Perhitungan Biaya Pemakaian Air

Selanjutnya dilakukan analisis biaya tagihan air apabila pelanggan beralih menggunakan air siap minum PDAM untuk kebutuhan minum dan memasak. Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya, pemakaian air PDAM akan meningkat sekitar 1% daripada sebelumnya. Setelah penambahan 1% pada volume pemakaian air, kemudian dilakukan perhitungan biaya tagihan air menggunakan simulasi rekening di website PDAM. Banyaknya biaya tagihan air PDAM setelah penggunaan ZAMP yang perlu dikeluarkan per bulan adalah sebagai berikut dapat dilihat pada Tabel 5.16.

Tabel 5. 16 Perhitungan Biaya Tagihan Air PDAM Setelah Penggunaan Air Siap Minum PDAM

Ko-de Tarif	Pemakaian air PDAM rata-rata (m <sup>3</sup> /bulan)	Biaya tagihan air PDAM sebelum penggunaan ZAMP (Rp/bulan)	Pemakaian air PDAM setelah penggunaan ZAMP (m <sup>3</sup> /bulan)	Biaya tagihan air PDAM setelah penggunaan ZAMP (Rp/bulan)
	a	b	c=a+(1%xa)	d
3B	34,14	139240	34,48	141280
4A	34,14	64750	34,48	65600
4B	34,14	90800	34,48	92080

Berdasarkan Tabel 5.16, menunjukkan bahwa peningkatan pemakaian air PDAM setelah menggunakan air siap minum PDAM (ZAMP) untuk sumber air yang akan dikonsumsi sehari-hari tidak signifikan sehingga peningkatan biaya tagihan air juga sangat sedikit. Apabila telah mengetahui tagihan biaya untuk pemakaian air PDAM setelah ditambahkan pemakaian air siap minum, kemudian menghitung persentase penghematan pengeluaran per bulan setiap kode tarif PDAM. Contoh perhitungan persentase penghematan per bulan pada kode tarif 4A adalah sebagai berikut:

- Biaya tagihan air PDAM sebelum penggunaan ZAMP (a)  
a = Rp 64750,00/bulan
- Biaya untuk pemakaian air galon isi ulang resmi (b)  
b = Rp 136000/bulan
- Biaya total pengeluaran untuk air PDAM dan air minum (c)  
c = a + b  
= Rp 64750,00 + Rp 136000,00  
= Rp 200750,00/bulan

- Biaya tagihan air PDAM setelah penggunaan ZAMP (Tabel 5.13) (d)  
 $d = \text{Rp } 65600,00/\text{bulan}$
- Persentase penghematan pengeluaran per bulan (%) (e)  

$$e = \frac{c-d}{c} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp } 200750,00 - \text{Rp } 65600,00}{\text{Rp } 200850,00}$$

$$= 67\%$$

Hasil perhitungan persentase penghematan pengeluaran per bulan setelah beralih dari penggunaan air galon isi ulang resmi menjadi air siap minum PDAM selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.17.

Tabel 5. 17 Persentase Penghematan Pengeluaran Per Bulan Setelah Beralih dari Penggunaan Air Galon Isi Ulang Resmi Menjadi Air Siap Minum PDAM

Ko- de Tarif	Biaya air PDAM sebelum pengguna- an ZAMP (Rp/bulan)	Biaya untuk kebutuhan air galon isi ulang resmi (Rp/bulan)	Biaya total pengeluaran air PDAM dan Air minum (Rp/bulan)	Biaya tagihan air PDAM setelah penggunaan ZAMP (Rp/bulan)	Persenta se penghe- matan (%)
	a	b	c=a+b	d	$e = ((c-d)/c) \times 100\%$
3B	139240	136000	275240	141280	49%
4A	64750	136000	200750	65600	67%
4B	90800	136000	226800	92080	59%
Rata-rata					58%

Berdasarkan Tabel 5.17, menunjukkan bahwa rata-rata persentase penghematan pengeluaran per bulan setelah beralih dari penggunaan air galon isi ulang resmi menjadi air siap minum PDAM adalah 58%. Besarnya penghematan pengeluaran ini dipengaruhi oleh klasifikasi kode tarif PDAM. Jika tergolong klasifikasi dengan tarif PDAM yang tinggi, maka persentase penghematan pengeluaran per bulannya semakin kecil. Hal ini ditunjukkan dengan kode tarif 3B dimana tarif air per m<sup>3</sup> paling tinggi diantara kode tarif PDAM lainnya, persentase penghematan pengeluaran per bulan adalah 49%. Sedangkan untuk kode tarif 4A dimana tarif air per m<sup>3</sup> paling rendah diantara kode tarif PDAM

lainnya, persentase penghematan pengeluaran per bulan adalah 67%.

Selain itu, dianalisis juga persentase penghematan pengeluaran per bulan setelah beralih dari penggunaan air galon isi ulang depot air minum menjadi air siap minum PDAM dengan cara yang sama seperti langkah perhitungan persentase penghematan per bulan setelah beralih dari air galon resmi. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5. 18 Persentase Penghematan Pengeluaran Per Bulan Setelah Beralih dari Penggunaan Air Galon Isi Ulang Depot Air Minum Menjadi Air Siap Minum PDAM

Ko- de Tarif	Biaya air PDAM sebelum penggunaan ZAMP (Rp/bulan)	Biaya untuk kebutuhan air galon isi ulang depot air minum (Rp/bulan)	Biaya total pengeluaran air PDAM dan Air minum (Rp/bulan)	Biaya tagihan air PDAM setelah penggunaan ZAMP (Rp/bulan)	Persentase penghematan (%)
	a	b	c=a+b	d	$e = ((c-d)/c) \times 100\%$
3B	139240	40000	179240	141280	21%
4A	64750	40000	104750	65600	37%
4B	90800	40000	130800	92080	30%
Rata-rata					29%

Berdasarkan Tabel 5.18, menunjukkan bahwa rata-rata persentase penghematan pengeluaran per bulan setelah beralih dari penggunaan air galon isi ulang depot air minum menjadi air siap minum PDAM adalah 29%. Besarnya penghematan pengeluaran ini dipengaruhi oleh klasifikasi kode tarif PDAM. Jika tergolong klasifikasi dengan tarif PDAM yang tinggi, maka persentase penghematan pengeluaran per bulannya semakin kecil. Hal ini ditunjukkan dengan kode tarif 3B dimana harga air per m<sup>3</sup> paling mahal diantara kode tarif PDAM lainnya, persentase penghematan pengeluaran per bulan adalah 21%. Sedangkan untuk kode tarif 4A dimana harga air per m<sup>3</sup> paling murah diantara kode tarif PDAM lainnya, persentase penghematan pengeluaran per bulan adalah 37%.

Berdasarkan hasil analisis, setelah pelanggan beralih dari penggunaan air galon isi ulang resmi menjadi air siap minum PDAM, persentase penghematan pengeluaran per bulan lebih besar daripada persentase setelah beralih dari penggunaan air galon isi ulang depot air minum menjadi air siap minum PDAM. Hal ini dikarenakan harga per liter air galon isi ulang resmi lebih mahal daripada harga per liter air galon isi ulang depot air minum. Perbandingan persentase penghematan pengeluaran per bulan setelah beralih dari penggunaan air galon isi ulang resmi dan air galon isi ulang depot air minum menjadi air siap minum PDAM dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5. 19 Perbandingan Persentase Penghematan Pengeluaran Per Bulan Setelah Beralih Dari Penggunaan Air Galon Isi Ulang Resmi Dan Air Galon Isi Ulang Depo Menjadi Air Siap Minum PDAM

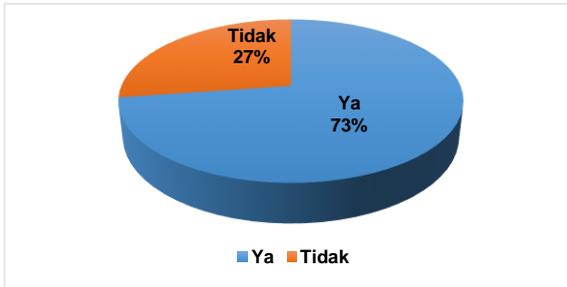
Kode Tarif	Perbandingan persentase penghematan pengeluaran setelah beralih dari penggunaan air galon isi ulang resmi (%)	Perbandingan persentase penghematan pengeluaran setelah beralih dari penggunaan air galon isi ulang depot air minum(%)
3B	49%	21%
4A	67%	37%
4B	59%	30%
Rata-rata	58%	29%

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan apabila pelanggan yang telah dilayani ZAMP beralih dari menggunakan air minum dalam kemasan baik resmi maupun depo menjadi menggunakan air siap minum PDAM maka dapat menghemat pengeluaran per bulan berkisar 21%-67%. Besarnya penghematan pengeluaran ini dipengaruhi oleh klasifikasi kode tarif PDAM karena harga air siap minum ini masih sama seperti tarif air PDAM biasa.

### 5.2.3 Potensi Pemanfaatan Air siap Minum PDAM di Ngagel Tirta

Kemudian dianalisis juga potensi perluasan program ZAMP kedepannya berdasarkan kesediaan masyarakat dan minat untuk memanfaatkan air siap minum dari PDAM untuk dikonsumsi sehari-hari. Setelah adanya jaminan kualitas air dari pihak PDAM telah siap minum sampai ke keran dalam rumah pelanggan, lebih

dari sebagian dari responden ZAMP berminat mengonsumsi air siap minum PDAM sebagai sumber air yang dikonsumsi sehari – hari. Hal ini dibuktikan dari hasil kuesioner yang dapat dilihat pada diagram Gambar 5.37. Sebanyak 73% dari responden menyatakan berminat sedangkan 27% lainnya mengatakan tidak berminat mengonsumsi air siap minum PDAM meskipun telah ada jaminan kualitas dari pihak PDAM.

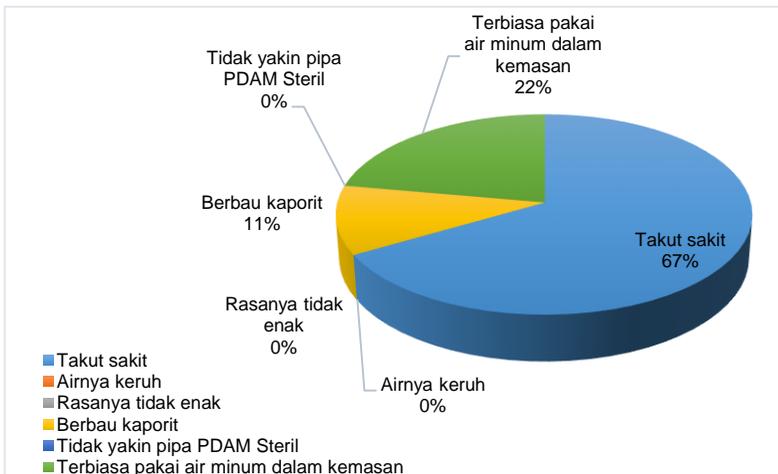


Gambar 5. 37 Persentase Minat Responden Memanfaatkan Air siap Minum PDAM Untuk Dikonsumsi Sehari-Hari

Dari responden yang tidak berminat tersebut, sebanyak 67% mengatakan tidak berminat dengan alasan takut sakit karena air baku yang digunakan PDAM serta melihat kondisi akhir-akhir ini dimana air yang didistribusikan kualitasnya berfluktuasi dan tidak stabil sehingga takut akan menimbulkan efek samping bagi kesehatan. Kualitas air yang berfluktuasi ini dikarenakan beberapa kali terdapat sistem *bypass* dimana diberlakukannya sistem *bypass* ini tidak diinformasikan ke pelanggan. Oleh karena itu, lebih baik opsi *bypass* tidak dilakukan dan apabila terpaksa menempuh opsi *bypass* maka harus diinfokan ke pelanggan sehingga pelanggan tidak berprasangka buruk terhadap kinerja PDAM. Untuk mengatasi ketakutan akan air baku, lebih baik sasaran ZAMP selanjutnya adalah lokasi yang jauh dengan air baku seperti di Benowo Surabaya Barat sehingga masyarakat yang dilayani tidak dibayang-bayangi akan air baku yang digunakan dan telah diolah sedemikian rupa masih memiliki stigma tidak layak diminum karena air bakunya.

Sebanyak 22% mengatakan tidak berminat dengan alasan terbiasa menggunakan air minum dalam kemasan karena kualitasnya selalu baik (tidak fluktuatif) dan tidak pernah timbul penyakit akibat mengonsumsi air minum dalam kemasan sehingga

mereka terlanjur percaya akan kualitas air minum dalam kemasan serta menjadi kebiasaan. Sedangkan 11% lainnya tidak berminat karena tidak menyukai bau kaporit dalam air PDAM. Untuk mengatasi enggan nya pelanggan menggunakan air siap minum PDAM karena alasan adanya bau obat akibat adanya sisa klor pada air PDAM ini, sebaiknya dilakukan sosialisasi dan edukasi dari PDAM kepada pelanggan bahwa adanya bau obat atau klor sebenarnya bukan indikator yang buruk dan malah sebaliknya sehingga mereka tidak perlu khawatir akan kualitas air yang diminum. Gambar 5.38 berikut merupakan diagram alasan responden tidak berminat memanfaatkan air PDAM untuk dikonsumsi sehari-hari meskipun telah ada jaminan kualitas dari pihak PDAM.



Gambar 5. 38 Persentase Alasan Responden Tidak Berminat Memanfaatkan Air PDAM Untuk Dikonsumsi Sehari-Hari

Untuk mengetahui karakteristik pelanggan seperti yang cenderung berminat mengonsumsi air siap minum PDAM, dapat dilihat tabel frekuensi persentase karakteristik pelanggan berdasarkan tingkat pendidikan responden, usia responden, jenis kelamin responden dan penghasilan keluarga yang dapat dilihat pada Tabel 5.20.

Tabel 5. 20 Kecenderungan Minat terhadap Air Siap Minum PDAM berdasarkan Karakteristik Responden

No	Karakteristik Responden	Skala Penilaian	Jumlah	Jumlah Responden	Persentase
			a	b	c=a/b
1	Tingkat Pendidikan	SD	1	1	100%
2		SMP dan sederajat	3	4	75%
3		SMA dan sederajat	15	20	75%
4		D3/S1/S2/S3	5	8	63%
Jumlah			24	33	
1	Usia	<26	2	4	50%
2		26-45	1	5	20%
3		46-65	16	18	89%
4		>65	5	6	83%
Jumlah			24	33	
1	Penghasilan Keluarga	< Rp 1.000.000,00	1	2	50%
2		Rp 1.000.000,00 - Rp 2.000.000,00	7	7	100%
3		Rp 2.000.000,00 - Rp 3.000.000,00	6	12	50%
4		Rp 3.000.000,00 - Rp 4.000.000,00	5	6	83%
5		Rp 4.000.000,00 - Rp 5.000.000,00	0	0	0%
6		>Rp 5.000.000,00	5	6	83%
Jumlah			24	33	
1	Jenis Kelamin	Laki-laki	10	12	83%
2		Perempuan	14	21	67%
Jumlah			24	33	

Berdasarkan Tabel 5.20, dapat dilihat bahwa berdasarkan tingkat pendidikan responden yang cenderung berminat terhadap ZAMP adalah yang tingkat pendidikan SD dimana 100% yang lulusan SD berminat terhadap ZAMP. Sedangkan semakin tinggi tingkat pendidikan, minat terhadap air siap minum semakin rendah. Hal ini dapat dilihat dari hasil kuesioner dimana hanya 63% dari responden lulusan D3/S1/S2/S3 yang berminat terhadap ZAMP. Faktor yang memengaruhi salah satunya karena pola pemikiran semakin luas dan kompleks sehingga dalam menerima atau memilih suatu hal untuk diri mereka sendiri memerlukan berbagai banyak pertimbangan. Oleh karena itu untuk sosialisasi terkait air

siap minum dimulai sejak jenjang pendidikan sedasar mungkin sehingga akan lebih mudah diterima dan ditiru yang akhirnya akan mengubah *mindset* dan menjadi kebiasaan.

Sedangkan berdasarkan usia, responden yang cenderung berminat terhadap ZAMP adalah yang berusia 46-65 tahun yaitu sebanyak 89% dari keseluruhan responden kelompok usia 46-65 tahun. Kelompok usia tersebut masuk kelompok usia lansia dimana mereka lebih peduli terhadap kesehatan dan lebih menyukai kemudahan serta kepraktisan dalam mengakses air minum. Sehingga ketika PDAM menjamin kualitas airnya siap untuk diminum dan praktis dalam mengakses (tinggal buka keran). Kecenderungan minat paling sedikit terhadap ZAMP adalah yang berusia 26-45 tahun yaitu sebanyak 20% dari keseluruhan responden kelompok usia 26-45. Hal ini dikarenakan sebagian besar masyarakat yang berusia 26-45 sibuk dengan aktivitas diluar rumah sehingga tidak terlalu memperhatikan kondisi air minum yang dikonsumsi di rumah.

Berdasarkan penghasilan, yang cenderung berminat terhadap ZAMP adalah responden dengan penghasilan keluarga Rp 1.000.000,00 – Rp 2.000.000,00 yaitu sebanyak 100% dari keseluruhan responden dengan penghasilan keluarga Rp 1.000.000,00 – Rp 2.000.000,00. Selain itu, responden yang berminat terhadap ZAMP dengan penghasilan keluarga Rp 1.000.000,00 – Rp 2.000.000,00 semuanya merupakan responden dengan usia lebih dari 46-65 tahun yang pekerjaannya merupakan pensiunan. Sehingga, selain karena pertimbangan kemudahan untuk mengakses air minum tersebut, adanya ZAMP dapat menghemat pengeluaran mereka karena tidak perlu beli air minum dalam kemasan lagi.

Sedangkan berdasarkan jenis kelamin, yang cenderung berminat terhadap ZAMP adalah responden laki-laki yaitu sebanyak 83% dari keseluruhan responden laki-laki. Responden perempuan biasanya memang lebih selektif terhadap apa yang akan dikonsumsi karena biasanya perempuanlah yang setiap hari mengurus urusan dapur sehingga lebih kritis dan peka terhadap kondisi air minum yang dikonsumsi untuk dirinya dan keluarganya. Sedangkan responden laki-laki untuk urusan dapur dan air minum menyerahkan kepada perempuan dan cenderung menyukai hal-hal yang lebih praktis.

Jadi dapat disimpulkan, berdasarkan karakteristik responden yang cenderung berminat terhadap ZAMP adalah kelompok usia 46-65 tahun, tingkat pendidikan dasar dengan penghasilan keluarga Rp 1.000.000,00 – Rp 2.000.000,00 dan berjenis kelamin laki-laki.

Hal yang perlu dilakukan PDAM untuk meningkatkan penggunaan air siap minum sebagai sumber air untuk dikonsumsi sehari-hari apabila pihak PDAM telah menjamin kualitas airnya antara lain :

#### 1. Sosialisasi

Bagi pelanggan yang telah dilayani ZAMP maka selain diberi informasi tentang program ZAMP, juga diberikan informasi mengenai unit pengolahannya, kondisi kualitas air yang didistribusikan saat ini, kondisi perpipaan PDAM, keuntungan memakai ZAMP ditinjau dari segala aspek dan petunjuk pemakaian air yang aman. Sosialisasi ini dapat dilakukan dengan berbagai cara :

- Penyuluhan di Balai RW, Puskesmas dan tempat umum lainnya dengan mendatangkan narasumber dari PDAM sendiri serta narasumber dari pihak lain seperti Dinas Kesehatan, figur atau tokoh masyarakat yang menjadi panutan contohnya Walikota, dosen dari Universitas dengan bidang yang terkait, dll sehingga penyuluhan yang dilakukan terkesan netral dan lebih terpercaya dengan adanya pendapat dari berbagai sumber tersebut. Tidak hanya menyampaikan informasi, tokoh panutan maupun dosen yang di datangkan juga mendemonstrasikan dengan meminum langsung dari keran agar masyarakat lebih yakin karena tokoh panutannya saja berani minum maka mereka akan cenderung mengikutinya.
- Sesuai dengan kecenderungan minat terhadap ZAMP ditinjau dari tingkat pendidikan, sosialisasi di sekolah mulai dari tingkat yang paling dasar karena manusia terutama pelajar dari usia dini yang masih dalam perkembangan menuju dewasa cenderung memiliki perilaku mencontoh. Perilaku mencontoh ini merupakan perilaku yang terbentuk dari memperhatikan perilaku

orang-orang sekitar. Perilaku konsumsi air minum dapat berubah karena melihat perilaku orang lain (Mantarisa, 2011). Sehingga jika sosialisasi kepada pelajar dari usia dini akan lebih mudah diterima dan ditiru yang akhirnya akan mengubah *mindset* dan kebiasaan. Selain memberikan informasi, perlu pemasangan *fountain tap* di sekolah untuk membiasakan meminum air ZAMP sejak dini.

- Menggencarkan sosialisasi melalui media massa, TV, koran dan media sosial dengan membuat infografis dan video sosialisasi yang menarik, mudah dipahami dan meyakinkan. Karena bagaimanapun sosialisasi dengan melibatkan media akan lebih mudah dicerna dan menarik perhatian sehingga cenderung meninggalkan kesan tertentu. Bentuk sosialisasi melalui media ini terutama untuk menjangkau pelanggan yang memiliki kesibukan bekerja diluar rumah dan tidak ada waktu luang untuk datang di acara sosialisasi langsung.
2. Pihak PDAM memasang LCD atau *display* kualitas air di lokasi strategis yang menampilkan hasil analisis kualitas air yang *diupdate* setiap harinya di titik tertentu seperti ISPU agar masyarakat yang telah dilayani air siap minum tersebut senantiasa merasa aman setiap harinya jika akan mengonsumsi air dari keran tersebut dan meningkatkan kepercayaan masyarakat.
  3. Pihak PDAM menampilkan hasil analisis kualitas air yang *diupdate* setiap harinya di titik tertentu di *website* PDAM yang *diupdate* setiap harinya seperti yang telah diterapkan PDAM Malang agar semua elemen masyarakat dapat mengakses info tersebut kapan saja dan dimana saja.
  4. Pihak PDAM melakukan *branding* tentang ZAMP di Rumah Air PDAM agar yang teredukasi terkait ZAMP ini bukan hanya pelanggan namun juga masyarakat umum pengunjung Rumah Air PDAM.

### 5.3 Rencana Pemantauan dan Pemeliharaan Kualitas Air

Pemantauan dan pemeliharaan pada DMA ini akan dibahas tentang kualitas air siap minum, tekanan pada jaringan distribusi dan kehilangan air.

#### 5.3.1 Rencana Pemantauan dan Pemeliharaan Kualitas Air Siap Minum untuk Parameter Total *Coliform* dan Sisa Klor

Dalam rangka pemantauan total *coliform* dan sisa klor dilakukan sesuai PERMENKES No. 736/MENKES/PER/VI/2010. Pengawasan dilakukan oleh pihak PDAM Surya Sembada Kota Surabaya. Menurut Tabel 2.4, frekuensi pengujian kualitas air dengan parameter total *coliform* dan sisa klor pada DMA 201 hendaknya dilakukan satu bulan sekali dengan jumlah satu sampel di jaringan distribusi (terutama di titik kritis) untuk jumlah penduduk yang dilayani < 5000 SR dan 1 sampel di reservoir.

Rencana pemantauan kadar sisa klor pada DMA ke depannya adalah dengan memasang alat *Residual Chlorine Monitor* (RCM). Pada kondisi eksisting, alat RCM dipasang pada instalasi ZAMP yang dapat dilihat pada Gambar 5.39. Namun kondisi alat sedang dalam kalibrasi sehingga sisa klor tidak dipantau setiap jamnya. Selain pada instalasi ZAMP atau inlet jaringan distribusi, pemantauan sisa klor seharusnya juga dilakukan pada titik dimana terdapat potensi sisa klor menurun terutama di titik terjauh distribusi. Dalam peletakan alat RCM, untuk mempertimbangkan keamanan alat, kemudahan akses dan perijinan, maka lebih baik alat tersebut diletakkan di tempat fasilitas umum (bukan milik perorangan). Pada DMA 201, alat tersebut lebih baik di letakkan di Balai RW 03 dan TK Pelangi dimana kedua lokasi tersebut terletak di dua cabang pipa yang berbeda dan berada pada jarak sekitar 320 m dan 364 m dari inlet jaringan yang dapat dilihat pada Lampiran 6.



Gambar 5. 39 *Residual Chlorine Monitor*

Selain menggunakan *Residual Chlorine Monitor* (RCM), pemantauan kualitas air akan lebih baik menggunakan sistem SCADA. SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) adalah suatu sistem yang dirancang untuk melakukan pengawasan dan pengendalian suatu proses secara terintegrasi, yang mencakup fungsi monitoring (*supervisory control*) dan pengumpulan data dengan merekam dan menampilkan kondisi dan jalannya suatu proses sehingga data terekam dan ditampilkan untuk evaluasi lebih lanjut (*data acquisition*). Keuntungan paling utama dari sistem SCADA dapat mengetahui keseluruhan proses secara langsung (*online dan real time*) sehingga dapat membantu dan mempermudah manajemen dalam mengambil keputusan berkaitan sistem distribusi terutama untuk ZAMP (Wahjono,2008).

Dengan sistem SCADA, pengawasan dan pengontrolan kualitas air di jaringan distribusi khususnya ZAMP dapat dilakukan dari jarak jauh dan datanya dapat di unduh kemudian diupdate pada *website* PDAM (seperti sistem di PDAM Malang) ataupun ditampilkan dalam LCD atau *display* khusus seperti ISPU di DMA 201 yang mudah diakses pelanggan. Hal ini dapat meningkatkan kepercayaan pelanggan terhadap kualitas air siap minum yang dikonsumsi karena pelanggan dapat mengetahui kualitas air yang dikonsumsi. Parameter yang harus dipantau berkaitan dengan kualitas air adalah sisa klor, pH, suhu, tekanan dan kecepatan aliran dalam pipa.

Rencana pemeliharaan kualitas air terkait parameter total *coliform* serta sisa klor pada jaringan distribusi antara lain:

1. Menjaga konsentrasi sisa klor pada jaringan distribusi sesuai dengan kebutuhan dan persyaratan merupakan langkah utama yang sudah lama diterapkan untuk menjaga kualitas air (Mains, 2008).
2. Melakukan *flushing* pada jaringan pipa distribusi utama sehingga mampu mendistribusikan sisa klor ke semua bagian sistem dan menghilangkan sedimen serta *biofilm* (Mains, 2008). Untuk menghilangkan *biofilm* dan bakteri, metode *flushing* yang dapat dilakukan salah satunya *unidirectional flushing* yaitu metode *flushing* dengan mengisolasi valve untuk membuat aliran satu arah kemudian mengalirkan air dengan kecepatan *flushing* minimum 1,83 m/s selama 30 menit (MacLellan dan McNeil, 2005).

3. Menjaga tekanan yang cukup di semua jaringan distribusi merupakan hal penting untuk menjaga kualitas air dari kontaminasi bakteri (Gelderich, 1996 dalam Ellen dan Kellong, 2005).
4. Menemukan lokasi kebocoran pipa secepatnya (Chowdhury *et al.*, 2002). Hal ini dikarenakan semakin besar tingkat kebocoran pada pipa distribusi maka semakin besar kehilangan tekanan yang dapat menyebabkan semakin besar pula kemungkinan terjadinya kontaminasi akibat masuknya bakteri patogen ke dalam jaringan pipa (Mohanty *et al.*, 2003).
5. Memastikan kondisi pengaliran selalu kontinu 24 jam. Terdapat data yang menunjukkan bahwa suplai air yang kontinu lebih aman daripada suplai yang tidak kontinu (intermittent). Menurut penelitian Kelkar *et al* (2001), pada sampel empat zona yang berbeda di India hampir semua sampel (90-100%) tidak ditemukan *fecal coliform* ketika suplai airnya kontinu, sedangkan hanya 24-73% sampel yang tidak terdapat *coliform* ketika suplai airnya *intermittent*.

Rencana pemeliharaan kualitas air di dalam rumah pelanggan antara lain:

1. *Flushing* perpipaan di dalam rumah setidaknya 2 kali setahun (WHO, 2008). Langkah-langkah *flushing* pipa di rumah adalah :
  - Membuka keran pipa yang terpasang di luar rumah dengan bukaan maksimum. Lakukan selama 1-2 menit untuk memastikan bahwa air yang mengalir berasal dari pipa distribusi PDAM dan bukan dari pipa servis rumah. Kemudian tutup keran.
  - Membuka semua keran di dalam rumah dengan bukaan maksimum. Lakukan selama 1-2 menit. Kemudian tutup semua keran.
2. *Flushing* keran sebelum meminum air dari keran apabila keran sudah tidak digunakan dalam jangka waktu lebih dari 6 jam dengan cara membuka keran selama 30 detik sampai 2 menit kemudian air baru diminum.
3. Apabila di rumah terdapat *faucet aerator* dan *strainer* di keran dapur maupun sink, perlu membersihkan *faucet*

*aerator* dan *strainer* setiap setiap bulan dengan cara membuka *aerator* kemudian bersihkan sedimen yang menempel. Jika perlu rendam *aerator* dengan cuka selama beberapa kemudian sikat permukaannya.

4. Lebih baik meminum air langsung dari keran dan tidak dilewatkan selang karena pada selang rentan terakumulasi bakteri dan *biofilm* yang tidak dapat dihilangkan kecuali diganti dengan yang baru.

### 5.3.2 Rencana Pemantauan dan Pemeliharaan Tekanan Air

Menurut Farley *et al* (2008), pemantauan tekanan pada DMA harus dilakukan selama 24 jam menggunakan alat manometer yang dipasang pada inlet jaringan dan titik layanan kritis. Pemantauan tekanan tekanan di titik layanan kritis untuk memastikan bahwa tekanan di titik tersebut telah memenuhi kriteria karena apabila tekanan pada titik kritis telah terpenuhi maka titik lainnya kemungkinan besar juga telah memenuhi. Akan lebih baik lagi jika ke depannya pemantauan tekanan menggunakan sistem monitoring seperti SCADA sehingga pemantauan tekanan lebih praktis, lebih akurat, menghemat tenaga serta data pengukurannya dapat terekap dengan baik dan sistematis.

Rencana pemeliharaan tekanan pada jaringan distribusi yang akan dilakukan dilakukan antara lain :

1. Untuk mengontrol tekanan pada jaringan distribusi agar konstan sesuai dengan dengan debit air yang didistribusikan, maka menggunakan *variable speed pump* (VSP) pada pompa distribusi yang digunakan. VSP dapat mengubah kecepatan pompa untuk mengatur tekanan yang diinginkan terutama di titik terjauh. Jadi ketika tekanan yang terpantau pada titik terjauh turun drastis atau ketika ada keluhan dari pelanggan terkait tekanan airnya kecil maka kecepatan pompa bisa ditingkatkan dan sebaliknya (Phillip *et al*, 2017). Mengontrol VSP ini diintegrasikan dengan sistem SCADA sehingga naik turunnya debit pemakaian air dan

tekanan di distribusi serta *setting* pompa dapat dilakukan oleh operator dari jarak jauh.

2. *Maintenance* perlengkapan distribusi seperti pompa, *strainer*, pipa dan valve dengan berkala untuk memastikan bahwa peralatan beroperasi dengan baik (Farley *et al.*, 2008).
3. Menemukan lokasi kebocoran pipa secepatnya (Chowdhury *et al.*, 2002). Hal ini dikarenakan semakin besar tingkat kebocoran pada pipa distribusi maka semakin besar kehilangan tekanan.

Rencana pemeliharaan tekanan di rumah pelanggan untuk menghindari tekanan yang rendah sama seperti rencana pemeliharaan kualitas air di 5.3.1. Hal ini dikarenakan adanya pengotor dalam pipa dapat menurunkan tekanan karena luas penampang pipa menjadi yang lebih kecil daripada terpasang akibat tertutup endapan.

### **5.3.3 Rencana Pemantauan dan Pemeliharaan Kehilangan Air**

Berdasarkan Revisi RISPAM Kota Surabaya (2014), dalam melaksanakan studi NRW, PDAM merealisasikan program DMA. Namun berdasarkan hasil penelitian, pada DMA 201 memiliki tingkat kehilangan air yang tinggi, yaitu 44,5%. Oleh karena itu, diperlukan membentuk tim audit NRW untuk melaksanakan strategi NRW yang bertanggung jawab pada segala aktivitas fisik untuk mengurangi NRW namun harus khusus untuk melakukan audit terhadap semua departemen yang terlibat dalam aktivitas-aktivitas pelaksanaan strategi NRW. Program kehilangan air terdiri dari tiga tahapan utama yaitu *water audit*, *intervention* dan *evaluation* (EPA, 2010).

#### **1. *Water Audit***

Sebuah audit air merupakan identifikasi dan perhitungan jumlah air yang digunakan dan hilang dalam sistem. *Water audit* ini juga merupakan rencana pemantauan untuk mengidentifikasi tingkat kehilangan air pada sistem.

## 2. *Intervention*

Langkah ini adalah tindakan mengidentifikasi sumber atau lokasi kehilangan air dengan lebih spesifik untuk mengurangi kehilangan air. Berdasarkan Revisi RISPAM Kota Surabaya (2014), rencana tahap *intervention* yang dilakukan antara lain:

- **Optimalisasi meter induk**  
Optimalisasi ini dilakukan dengan cara mengukur tingkat keakuratan meter air dengan cara mengkalibrasi dan dites. Biasanya meter air memerlukan kalibrasi dan dites ulang dalam periode 5-20 tahun. Apabila meter induk dipakai dalam jangka waktu lebih dari 20 tahun, maka tindakan yang lebih baik dilakukan adalah mengganti meter air.
- ***Active Leakage Detection***  
Tujuan dari *active leakage detection* adalah untuk menurunkan kebocoran fisik pada DMA. Upaya untuk melokalisir dan mencari titik kebocoran antara lain melalui kegiatan *step test* dan *sounding* yang menggunakan peralatan *leak detection*. Kegiatan tersebut dilakukan saat kondisi *Minimum Night Flow* (MNF). Peralatan *leak detection* yang lengkap tercantum dalam EPA (2010).
- **Mengidentifikasi kehilangan air non fisik**  
*Customer tagging*, dilakukan untuk mencari kehilangan air komersil dengan cara mengecek kondisi meter air pelanggan. Hasil dari *customer tagging* dapat berupa rekomendasi untuk meningkatkan akurasi meter dengan cara ganti meter air, pindah posisi meter, dll.
- **Penanganan Kebocoran**  
Penanganan kebocoran dilakukan apabila telah dideteksi adanya kebocoran fisik, tim P2KA akan menangani langsung kebocoran sesuai penyebabnya seperti pergantian pipa, *wrapping*, *repair clamps*, *sliplining*, dll. Kecepatan dan kualitas penanganan mempengaruhi seberapa banyak air

yang hilang. Semakin cepat dan semakin baik kualitas penanganan, maka air yang bisa diselamatkan semakin banyak.

### 3. *Evaluation*

Merupakan tahap yang menggunakan *performance indicator* untuk mengetahui kesuksesan dari tahap *intervention* yang dilakukan dan untuk mendorong peningkatan pencapaian penurunan kehilangan air yang berkelanjutan hingga target yang diinginkan. Indikator keberhasilan program penurunan kebocoran fisik adalah angka *Infrastructure Leakage Index* (ILI) yang diperhitungkan dengan cara membandingkan kehilangan fisik tahunan saat ini (CAPL) dengan tingkat kehilangan yang diinginkan pada PDAM yang memiliki jaringan dalam kondisi baik dan melakukan pengendalian kebocoran secara aktif dan intensif (MAAPL). Indikator keberhasilan program penurunan kehilangan air non fisik adalah persentase kehilangan air non fisik menjadi serendah 2% dari total terukur/termeter.

Rencana pemeliharaan yang perlu dilakukan untuk meminimalisir kehilangan air menurut Modul Air Tak Berekening Tahun 2018 antara lain:

1. Monitoring DMA melalui data *logger* berbasis *automatic* dan *online* seperti menggunakan sistem SCADA sehingga menghemat waktu untuk mencari titik kebocoran dan memberikan peringatan dini terhadap kebocoran dengan mendeteksi adanya pengurangan volume dan tekanan yang tidak wajar pada sistem.
2. Pemeliharaan *asset* yang meliputi peralatan pembentuk dan monitoring DMA seperti meter induk, valve, strainer, dll. Valve perlu dilakukan buka tutup paling tidak 1 kali dalam 6 bulan sedangkan meter induk serta stainernya perlu dibersihkan paling tidak 1 kali dalam 2 bulan.
3. Manajemen tekanan agar konstan dan tidak fluktuatif untuk mengurangi keretakan yang mungkin terjadi apabila tekanan dalam sistem terlalu tinggi.

4. Penggunaan peralatan pembacaan meter elektronik dan pencatatan data serta pengumpulan datanya menggunakan sistem yang terintegrasi dengan sistem *database*.
5. Melakukan survei pelanggan secara berkala kemudian *update database* pelanggan secara berkala.

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***

## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari Evaluasi Program Zona Air Minum Prima (ZAMP) di Ngagel Tirto Surabaya adalah :

1. Dari aspek operasional, DMA 201 melayani 152 SR dengan pemakaian air pelanggan domestik 228 L/orang/hari. Sistem distribusinya hampir kontinu 24 jam dengan kapasitas produksi rata-rata yaitu 18,134 m<sup>3</sup>/jam telah mampu memenuhi pemakaian air pelanggan saat jam puncak yaitu 16,120 m<sup>3</sup>/jam. Tekanan di titik terjauh telah memenuhi kriteria yaitu 11,592 mH<sub>2</sub>O saat jam puncak pemakaian air. Hasil analisis kualitas air 70% dari sampel air telah memenuhi persyaratan kualitas air siap minum untuk parameter total *coliform*.
2. Dari aspek pemanfaatan air siap minum di pelanggan, persentase jumlah pelanggan yang mengonsumsi langsung air siap minum dari keran adalah 0%. Namun 73% dari responden berminat mengonsumsi air siap minum apabila PDAM telah menjamin kualitas airnya telah memenuhi syarat untuk dapat langsung diminum sampai keran dalam rumah pelanggan.
3. Rencana pemantauan kualitas air dilakukan secara berkala sesuai PERMENKES serta memasang *Residual Chlorine Monitor* (RCM) dan LCD atau *display* hasil analisis kualitas air di instalasi, Balai RW 03 dan TK Pelangi. Rencana pemantauan tekanan dengan memasang manometer di inlet dan di titik terjauh (kritis) distribusi. Rencana pemantauan kehilangan air dengan melakukan *water audit* setiap bulan.

#### 6.2 Saran

Saran yang diperoleh dari Evaluasi Program Zona Air Minum Prima (ZAMP) di Ngagel Tirto Surabaya adalah :

1. Perlu kajian lebih lanjut *active leakage detection* di DMA untuk mencari posisi kebocoran pipa.

2. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut terkait metode sosialisasi yang tepat sesuai karakteristik masyarakat agar pelanggan ZAMP berminat menggunakan air siap minum.
3. Perlu dilakukan kajian jangka waktu *flushing* yang tepat sesuai kondisi kualitas air yang didistribusikan.
4. Sebelum melakukan perluasan pelayanan, perlu memastikan kapasitas produksi memenuhi, mengganti tangki penampung produksi sesuai hasil perhitungan agar suplai air siap minum kontinu 24 jam, menurunkan tingkat kehilangan air hingga batas toleransi (20%), mengganti pipa distribusi di area perluasan dengan pipa baru yang *food grade*, membentuk DMA baru yang terisolasi dengan baik sehingga terpisah dari jaringan lain, meningkatkan *speed* pompa mengingat sisa tekan di titik terjauh saat ini mendekati kriteria minimum serta perlu injeksi klor di jaringan distribusi setelah 595,8 m.
5. Kontrol kualitas air lebih baik menggunakan sistem SCADA yang kemudian *diupdate* pada *website* PDAM setiap hari untuk meningkatkan kepercayaan pelanggan akan kualitas air siap minum yang didistribusikan PDAM.
6. Untuk mengatasi ketakutan akan air baku, lebih baik sasaran ZAMP selanjutnya adalah lokasi yang jauh dengan air baku seperti di Benowo Surabaya Barat sehingga masyarakat yang dilayani tidak dibayangkan akan air baku yang digunakan dan telah diolah sedemikian rupa masih memiliki stigma tidak layak diminum karena air bakunya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afrianita, R., Komala, P.S., dan Andriani, Y. 2016. "Kajian Kadar Sisa Klor di Jaringan Distribusi Penyediaan Air Minum Rayon 8 PDAM Kota Padang". **Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan II Tahun 2016**, e-ISSN : 2541-3880.
- Ali. 2010. **Monograf Peran Proses Desinfeksi dalam Upaya Peningkatan Kualitas Produksi Air Bersih**. Surabaya: UPN press.
- Amani, F. dan Prawiroredjo, K. 2016. "Alat Ukur Kualitas Air Minum dengan Parameter pH, Suhu, Tingkat Kekeruhan, dan Jumlah Padatan Terlarut". **JETri**, 14 (1), hal 49 - 62.
- Anggaraini, W., Riduan, R., dan Firmansyah, M. 2017. "Evaluasi Sisa Klor Jaringan Distribusi Zona Air Minum Prima (ZAMP) PDAM Intan Banjar Menggunakan EPANET 2.0". **Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat**, 1(1).
- Asih, R.S. 2006. **Kajian Aspek-Aspek yang Mempengaruhi Penyediaan Air Bersih Secara Individual di Kawasan Kaplingan Kota Blora**. Thesis Program Studi Magister Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota, Universitas Diponegoro Semarang.
- Astaginy, N. 2009. **Analisis Tingkat Kepuasan Pelanggan Terhadap Kualitas Pelayanan PDAM Kabupaten Kolaka**. Penelitian Program Studi Manajemen dan Keuangan, Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.
- Awaluddin, N. 2007. "Teknologi Pengolahan Air Tanah Sebagai Sumber Air Minum pada Skala Rumah Tangga". **Seminar Pekan Apresiasi Mahasiswa LEM-FTSP UII**, ISSN : 1411-5166 .
- Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Kota Surabaya. 2014. **Revisi Rencana Induk Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (RISPAM) Kota Surabaya**. Surabaya: Pemerintah Kota Surabaya.
- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. 2018. **Kecamatan Wonokromo Dalam Angka 2018**. Surabaya: Badan Pusat Statistik.

- Basset, J.R.C., Denney, G.H., Jeffrey, J., dan Mendhom. 1994. **Buku Ajar Vogel, Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik**. Jakarta : EGC.
- Bhaskoro, R.G.E., Ramadhan, T. 2018. "Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Karangpilang I PDAM Surya Sembada Surabaya Secara Kuantitatif". **Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan**, 15 (2), hal 62-68.
- Camper, A.K., McFeters, G.A., Charakliks, W.G. dan Jones, W.L. 1991. "Growth Kinetics of Coliform Bacteria Under Conditions Relevan to Drinking Water Distribution Systems". **Applied Environmental Microbiology**, 57, hal 2233-2239.
- Christiany, J. 2018. **Mengenal Arti Food Grade dan Kegunaannya**, <URL: <https://www.priinterous.com/blog/id/food-grade-dan-kegunaannya/>>.
- Chowdhury, M.A.I., Ahmed, M.F dan Gaffar, M.A. 2002. "Management of Nonrevenu Water In Four Cities of Bangladesh". **Journal American Water Works Association**, 94 (8), hal 64-75.
- Desiandi, M., Sitorus, R.J., dan Hasyim, H. 2010. "Pemeriksaan Kualitas Air Siap Minum pada Daerah Persiapan Zona Air Minum Prima (ZAMP) PDAM Tirta Musi Palembang". **Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat**, 1 (1), hal 67, doi: 10.1007/s10661-007-9872-2.
- Egorov, A., Ford, T., Tereschenko, A., Drizhd, N., Segedevich, I., dan Fourman, V. 2002. "Deterioration of Drinking Water Quality in the Distribution System and Gastrointestinal Morbidity in a Russian City". **International Journal Environmental Health & Research**, 12 (3), hal 221-233.
- Ellen J. L, dan Kellong, J.S. 2005. "Deficiencies in Drinking Water Distribution Systems in Developing Countries". **Journal of Water and Health**, 3 (2), hal 109-127.
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 2010. **Control And Mitigation of Driking Water Losses in Distribution Systems**, <URL: [http://www.allianceforwaterefficiency.org/uploadedFiles/Resource Center/Library/water\\_loss/EPA-Water-Loss-Control-November-2010.pdf](http://www.allianceforwaterefficiency.org/uploadedFiles/Resource%20Center/Library/water_loss/EPA-Water-Loss-Control-November-2010.pdf)>.

- Farley, M., Wyeth, G., Ghazali, Z., Istandar, A., dan Singh, S. 2008. **The Managers Non-Revenue Water Hand Book : A Guide to Understanding Water Losses**. Sidney: Ranhill.
- Farooq, S., Hashmi, I., Qazi, I. A., Qaiser, S., dan Rasheed, S. 2008. "Monitoring of Coliforms and Chlorine Residual in Water Distribution Network of Rawalpindi, Pakistan". **Environmental Monitoring Assesment**, 140 (1-3), hal 339-347.
- Fauziah, K.R. 2018. **Analisis Sistem Distribusi Air Bersih di Perumahan Ciomas Permai Kabupaten Bogor Jawa Barat**. Skripsi Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Ferijianto, K. 2007. **Kajian Kehilangan Air pada Wilayah Kajian PDAM (Studi Kasus PDAM Kota Bandung)**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan, FTSL, ITB.
- Fontanaza, M.C., Notaro, V., Puleo, V., Nicolosi, P., Freni, G. 2015. "Contaminant Intrusion Through Leaks in Water Distribution System: Experimental Analysis". **Procedia Engineering**, 119, hal 426-433.
- Fuadi, A. 2012. **Pengaruh Residual Klorin Terhadap Kualitas Mikrobiologi Jaringan Distribusi Air Bersih (Studi Kasus: Jaringan Distribusi Air Bersih IPA Cilandak)**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Garcia, V.J., Garcia, C., Gomez, C.A., dan Garcia, M.P. 1997. "Formation, Evolution, and Modelling of Trihalomethanes in Drinking Water of Town: II in The Distribution System". **Water Research**, 31 (6), hal 1405-1413.
- Gumilar, N.A. 2015. "Kajian Strategi Pengembangan Zona Air Minum Prima (ZAMP) pada Kelompok Pelanggan Rumah Tangga di Kota Bogor (Studi Kasus : Eksisting ZAMP di Kecamatan Bogor Selatan dan Bogor Timur)". **Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota**, 11 (4), hal 455-470.
- Hakim, C.A. 2018. "Evaluasi Kualitas Air Minum (Klor Bebas, Escherichia coli, dan pH) pada Jaringan Distribusi PDAM Bantul Unit Sewon". **Jurnal Tugas Akhir**, Program Studi Teknik Lingkungan, FTSP, Universitas Islam Indonesia.
- Haq, B., dan Masduqi, A. 2014. "Sistem Distribusi Air Siap Minum PDAM Kota Malang: Studi Kasus Kecamatan Blimbing".

- Jurnal Teknik Pomits**, 3 (2), hal 183-184, ISSN : 2337-3539.
- Hidayati, N., Ismoyo, M.J., dan Purwanti, E. 2018. "Aplikasi Software Watercad untuk Perencanaan dan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih PDAM Singosari". **Jurnal Tugas Akhir**, Jurusan Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya.
- Juliana, S. 2018. "Evaluasi Pelayanan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Bengkalis Kabupaten Bengkalis". **Jurnal Wedana**, 4 (2), hal 549-558.
- Joko, T. 2010. **Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum**. Jakarta: Graha Ilmu.
- Kelkar, P.S., Andrey, S.P., Pathak, S.K. dan Nimbalkar, K.G. 2001. "Water Quality Assesment in Distribution System Under Intermittent and Continous Modes of Water Supplay". **Journal Indian Water Works Association**, 33 (1), hal 39-44.
- Khakim, A.R.A. 2017. **Dinamika Bakteri Coliform Disebabkan Oleh Tekanan, Kekeruhan dan Sisa Chlor di Kota Surabaya**. Thesis Program Magister Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, ITS.
- Kotler, P. 2002. **Manajemen Pemasaran: Analisis Perencanaan, Implemetasi dan Kontrol, Edisi Milenium**. Jakarta: PT. Prehalindo.
- LeChevallier, M.W., Shaw, N.J., dan Smith, D.B. 1996. **Factors Limiting Microbial Growth in Distribution Systems: Full-scale Experiment**. Denver: AWWARF.
- Lemeshow, S., dan David W.H.Jr. 1997. **Besar Sampel dalam Penelitian Kesehatan (terjemahan)**. Yogyakarta: Gadjahmada University Press.
- Mahmud. 2011. **Metode Penelitian Pendidikan**. Bandung: Pustaka Setia.
- Mains, C. 2008. "Biofilm Control in Distribution Systems". **Journal Tech Brief**, 8 (2).
- Mantarisa, R.G. 2011. **Analisis Pola Konsumsi dan Kecukupan Air pada Siswa Sekolah Dasar Negeri Empang 1 Bogor**. Tugas Akhir, Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor.
- Masduqi, A. 2009. **Keberlanjutan Sistem Penyediaan Air Bersih Perpipaan di Perdesaan**. Disertasi Doktor, Bidang

- Keahlian Manajemen dan Rekayasa Sumber Air, Jurusan Teknik Sipil, FTSP, ITS.
- Masduqi, A., dan Assomadi, A.F. 2012. **Operasi dan Proses Pengolahan Air**. Surabaya: ITS Press.
- McLellan, G., dan McNeil, K. 2005. **Distribution System-Adressing Low Chlorine Residuals**. Procedure Environmental and Labour Nova Scotia.
- Menteri Pekerjaan Umum.2007.**Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum**. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2010. **Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum**. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2010. **Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 736/MENKES/PER/VI/2010 Tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Siap Minum**. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Menteri Pekerjaan Umum.2016.**Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 27PRT/M/2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum**. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2018. **Modul Air Tak Berekoning Tahun 2018**. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Merryyna, A. 2009. **Analisis Willingness to Pay Masyarakat terhadap Pembayaran Jasa Lingkungan Mata Air Cirahab (Desa Curug Goong, Kecamatan Padarincang, Kabupaten Serang Banten)**. Skripsi Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor.
- Mohanty, J.C., Ford, T.E., Harrington, J.J., dan Lakshmiathy, V. 2003. "A Cross-Sectional Study of Enteric Disease Risks Associated with Water Quality and Sanitation in Hyderabad City". **Journal Water Supply: Research & Technology-AQUA**, 51 (5), hal 239-251.

- Morvay, A.A., Decun, M., Scurtu, M., Sala, C., Morar, dan Sarandan, M. 2011. "Biofilm Formation on Materials Commonly Used in Household Drinking Water System". **Water Science & Technology: Water supply**, 11 (2), hal 252-257.
- Murdi, A.S. 2017. **Analisis Tekanan-Debit pada Pipa Distribusi Sistem Air Bersih PDAM Tirta Pakuan Bogor**. Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Ningrum, Y.W. 2014. "Studi Tentang Produktivitas Pendistribusian Air Bersih oleh PDAM Tirta Taman Kota Bontang". **Ejournal Ilmu Administrasi Negara**, 5 (3), hal 1567-1578.
- Nurpauji, S.V. 2015. "Hubungan Jenis Sumber Air, Kualitas Bakteriologis Air, Personal Higiene dengan Kejadian Diare pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Lamper Tengah Semarang". **Jurnal Kesehatan Masyarakat**, 3 (2).
- Pasaribu, S.E. 2005. "Zona Air Minum Prima (ZAMP)". **Jurnal Sistem Teknik Industri**, 6 (2), hal 123-127.
- Patton, M.Q. 1990. **Qualitative Evaluation and Research Methods**. New Delhi: Sage Publication.
- PDAM Surya Sembada Surabaya. 2018. "Profil Perusahaan". **Seminar Pelatihan Peserta Magang PDAM Surya Sembada Surabaya Agustus 2018**.
- PDAM Tirta Pakuan Kota Bogor. 2011. "Upaya Menjaga Kualitas Air minum di Tingkat Pelanggan". **Seminar & Diskusi Water Safety Plant**, Konferensi Sanitasi dan Air Minum Nasional Tahun 2011.
- Phillip, R.P., Adnan, M.A., dan Matome, L.M. 2017. "Pressure Management of Water Distribution System Via The Remote Real-time Control of Variable Speed Pump". **Journal of Water Resources Planning and Management**, 143 (8).
- Pramono, J., Kusumarini, Y., Poillot, J.F. 2017. "Eksperimen Perancangan Elemen Pembentuk dan Pengisi Ruang Interior Berbasis Repurposing PVC". **Jurnal Intra**, 5 (2), hal 237-246.
- Prayitno, A. 2009. **Uji Bakteri Air Baku dan Air Siap Konsumsi dari PDAM Surakarta Ditinjau dari Jumlah Bakteri Coliform**. <URL: <http://etd.eprints.ums.ac.id/382/1/A420040040.pdf>>.

- Putra, P., Juliansyah dan Nopriansyah. 2014. **Studi Kehilangan Air pada Jaringan Distribusi PDAM di Jalan Soekarno - Hatta Palembang dengan Metode DMA (District Meter Area)**. Tugas Akhir Diploma III Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Rakhmat, J. 1996. **Psikologi Komunikasi**. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Riduan, R., Firmansyah, M., dan Fadhilah, S. 2017. "Evaluasi Tekanan Jaringan Distribusi Zona Air Minum Prima (ZAMP) PDAM Intan Banjar Menggunakan EPANET 2.0". **Jurnal Teknik Lingkungan**, 3 (1), hal 12-20.
- Ritonga, D.I.A., dan Idris, M. 2017. "Karakteristik Bahan Steel 304 Terhadap Kualitas Impak Benda Jatuh Bebas". **Jurnal Wahana Inovasi**, 6 (2), hal 207-215.
- Said, N.I., dan Widayat, W. 2001. "Pemasyarakatan Unit Pengolahan Air Siap Minum Skala Industri Kecil". **Jurnal Teknologi Lingkungan**, 1 (3), hal 233-246.
- Safii, A. 2012. **Evaluasi Jaringan Sistem Penyediaan Air Bersih di PDAM Kota Lubuk Pakam**. Tugas Akhir Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Senbel, D. 2015. **Toksikologi Lingkungan**. Manado: Andi.
- Setyawan, A., Sajidan, dan Kosdaryani. 2013. "Korelasi Faktor Kepuasan Pelanggan Terhadap Pelayanan Jasa Air Bersih Ditinjau dari Segi Persepsi Harga, Kualitas, Kuantitas dan Kontinuitas (Studi Kasus: Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Surakarta)". **Jurnal EKOSAINS**, 5 (2), hal 1-15.
- Soemirat. 2002. **Kesehatan Lingkungan**. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Solihin, M. 2017. "Studi Tentang Pelayanan Pendistribusian Air Bersih Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kecamatan Kota Bangun Kabupaten Kutai Kartanegara". **eJournal Administrasi Negara**, 5 (3), hal 6551-6564.
- Sudrajat, A. 2011. **Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri**. Bandung: PT Refika Aditama.
- Sugiharto, E. 2015. "Strategi Adaptasi Penghuni Rumah Susun dan Masyarakat Sekitarnya dalam Perolehan Air di Kelurahan Menanggal, Kota Surabaya". **eJournal Administrasi Negara**, 5 (3), hal 6550-6564.
- Sugiyono. 2007. **Statistika untuk Penelitian**. Bandung: Alfabeta.

- Sugiyono. 2009. **Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D**. Bandung: Alfabeta.
- Supranto, J. 1997. **Pengukuran Tingkat Kepuasan Pelanggan**. Jakarta: Rineka Cipta.
- Suyitno, B. 2008. **Evaluasi Hidrolis dan Sisa Klor pada Jaringan Eksisting Zona Air Minum Prima dengan Simulasi Epanet 2.0 di PDAM Malang**. Laporan Kerja Lapangan, Program Studi Teknik Lingkungan Akademi Teknik Tirta Wiyata Magelang.
- Syahputra, B. 2006. "Penentuan Faktor Jam Puncak dan Harian Maksimum Terhadap Pola Pemakaian Air Domestik di Kecamatan Kalasan, Sleman, Yogyakarta". **Jurnal Dosen Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang**.
- Syahputra, B. 2012. "Analisis Sisa Chlor pada Jaringan Distribusi Air Minum PDAM Kota Semarang". **Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi ke-3 Tahun 2012**, Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Trussell, R.R. 1998. "An Overview of Disinfectant Residuals in Drinking Water Distribution System". **Water Supplay**, 16 (3/4), hal 1-15.
- Tyagi, 2018. **Is Using PVC Pipe for Potable Water Safe?**. <URL: <https://www.pvcfittingsonline.com/resource-center/using-pvc-pipe-for-potable-water/>>.
- Volk, C.J., dan LeChevallier, M.W. 2000. "Assesing Biodegradable Organic Matter". **Water Works Assoc**, 92 (5), hal 64-76.
- Wandrivel, R., Suharti, N., dan Lestari, Y. 2012. "Kualitas Air Minum yang Diproduksi Depot Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Bungkus Padang Berdasarkan Persyaratan Mikrobiologi". **Jurnal Kesehatan Andalas**, 1 (3), hal 129-133.
- Wahjono, H.D. 2008. "Disain Sistem SCADA di Instalasi Pengolahan Air Bersih untuk Kebutuhan Domestik di Suatu Kawasan Industri". **JAI**, 1 (4), hal 56-68.
- WHO 2008. **Guidelines for the Safe Carriage and Delivery of Drinking-Water**. New Zealand: Ministry of Health.
- Wiyono, N., Faturrahman, A., dan Syauqiah, I. 2017. "Sistem Pengolahan Air Minum Sederhana (Portable Water Treatment)". **Jurnal Konversi**, 6 (1), hal 27-35.

- Yani, S.D., dan Roosmini, D. 2008. **Pengaruh Jarak Terhadap Penurunan Sisa Klor di Jaringan Distribusi Distribusi PAM Jaya Jakarta Daerah Pelayanan Jakarta Barat**. Program Studi Teknik Lingkungan, FTSL, ITB.
- Yoon, H.T., dan Lee, Y. 2004. "Bacterial Regrowth in Water Distribution Systems and Its Relationship to the Water Quality: Case Study of Two Distribution Systems in Korea". **Journal Microbiology Biotechnol**, 14 (2), hal 262-267.
- Zahrotul, N. M., Nurjazuli, dan Trijoko. 2018. "Hubungan Jarak Tempuh dengan Kadar Sisa Chlor Bebas dan MPN Coliform di PDAM Medini Kudus". **Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)**, 6 (6), hal 289-296.

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***

## LAMPIRAN

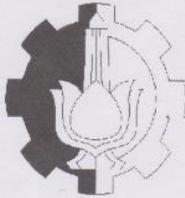
### Lampiran 1 Prosedur Analisis Kualitas Air

1. Analisa Sisa Klor
  - Alat dan Bahan
    - a. Komparator (*Lovibond, Germany*)
    - b. 1 buah tabung reaksi
    - c. 1 tablet DPD
    - d. 10 mL sampel air
  - Prosedur Percobaan
    - a. Membuka keran dengan bukaan penuh dan membiarkannya mengalir 1-2 menit
    - b. Sambil menunggu 1-2 menit, menghaluskan 1 tablet DPD kemudian memasukkan ke tabung komparator
    - c. Setelah 1-2 menit, mengambil sampel air dan tampung ke dalam tabung reaksi sampai batas 10 mL
    - d. Menutup keran
    - e. Mengocok tabung reaksi hingga berubah warna
    - f. Memasukkan tabung reaksi ke dalam komparator
    - g. Membandingkan warna tabung dengan status warna dalam komparator dan mencatat nilai sisa klornya.
  
2. Pengambilan Sampel Air untuk Analisa Total Coliform
  - Alat dan Bahan
    - a. Botol sampel yang sudah di sterilisasi
    - b. Dry Ice
    - c. Cooler box
    - d. Bunsen
    - e. Korek Api
    - f. Kapas steril

- Prosedur Percobaan
  - a. Selama perjalanan dari laboratorium ke lokasi sampling, botol sampel yang telah disterilisasi di simpan dalam *cooler box* yang berisi *dry ice*.
  - b. Membersihkan mulut keran dengan kapas steril
  - c. Menyalakan keran 1-2 menit dengan bukaan penuh
  - d. Menyalakan api bunsen dengan korek api
  - e. Setelah 1-2 menit, menutup keran
  - f. Memanaskan mulut keran dengan api Bunsen sampai keluar uap air atau kira-kira 1 menit
  - g. Menyalakan lagi keran selama 1 menit
  - h. Membuka tutup botol sampel dan melewatkan mulut botol ke api Bunsen untuk sterilisasi
  - i. Mengambil sampel air langsung dari keran pelanggan yang terhubung dengan meter air sampai botol  $\frac{3}{4}$  penuh. Tidak boleh ada selang atau benda lain untuk menghindari kontaminasi
  - j. Melakukan sterilisasi lagi pada mulut botol dengan Bunsen kemudian secepat mungkin menutup botol
  - k. Memberikan label pada botol kemudian memasukkannya ke dalam *cooler box*

**Lampiran 2**  
**Data Hasil Analisis Kualitas Air**

No	Alamat	Total Coliform (MPN/100 mL sampel)	Sisa Klor (mg/L)	Jarak Rumah Pelanggan ke reservoir (m)
1	Ngagel Tirto No 47	0	0,6	32
2	Ngagel Tirto No 41	0	0,5	91
3	Ngagel Tirto IV No 9	0	0,5	156
4	Ngagel Tirto IV No 11	4	0,5	161
5	Ngagel Tirto IV No 15	11	0,4	167
6	Ngagel Tirto IV No 20	0	0,4	193
7	Ngagel Tirto IV No 29A	0	0,4	230
8	Ngagel Tirto IV No 32	0	0,4	259
9	Ngagel Tirto IV No 34	0	0,4	271
10	Ngagel Tirto IV No 34 A	9	0,35	286
11	Ngagel Tirto IV No 36	0	0,35	299
12	Ngagel Tirto IV No 46	2	0,35	337
13	Ngagel Tirto IV No 48	0	0,35	349
14	Ngagel Tirto IV No 50	0	0,35	362
15	Ngagel Tirto IV No 54 A	0	0,35	388
16	Ngagel Tirto IV No 63	2	0,35	390
17	Ngagel Tirto IV No 56	9	0,3	397
18	Ngagel Tirto IV No 58	8	0,3	418
19	Ngagel Tirto IV No 69	0	0,3	423
20	Ngagel Tirto IV No 64	0	0,3	448
21	Bratang Satu 1F No 4	0	0,3	484
22	Bratang Satu 1F No 5	9	0,2	494
23	Bratang Satu 1F No 17	0	0,2	537
24	Bratang Satu 1F No 23	0	0,2	560
25	Bratang Satu 1F No 24	0	0,15	563
26	Ngagel Tirto V No 3-5	2	0,5	38
27	Ngagel Tirto V No 9	0	0,5	56
28	Ngagel Tirto V No 11	0	0,5	64
29	Ngagel Tirto V No 15	0	0,5	85
30	Ngagel Tirto V No 49	7	0,4	209
31	Ngagel Tirto V No 65	0	0,35	313
32	Ngagel Tirto V No 73	0	0,35	364
33	Bratang Satu 1G No 42	0	0,35	396



LABORATORIUM MANAJEMEN KUALITAS LINGKUNGAN  
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA  
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

## DATA PEMERIKSAAN AIR

Pengirim : Sdri. Dewi Erianik  
Dikirm Tanggal : 25 Pebruari 2019  
Lokasi/Sampel : Air

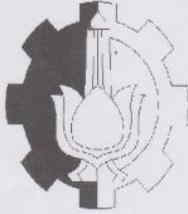
Kode Sampel	Total Koliform (MPN/100 mL)
NGagel Tirto V/73	0
Bratang Satu IF/24	0
Bratang Satu IF/23	0
Bratang Satu IF/17	0
Bratang Satu IF/4	0
Bratang Satu IF/5	2
Metoda Analisis	Fermentasi Multi Tabung

Surabaya, 15 Maret 2019  
Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan  
Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS  
Kepala,



Prof. Dr. Ir. Mieke Karnaningroem, MSc.  
NIP. 195501281985032001

Catatan :  
Laporan ini dibuat untuk cuplikan air  
yang diterima laboratorium kami



LABORATORIUM MANAJEMEN KUALITAS LINGKUNGAN  
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA  
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

## DATA PEMERIKSAAN AIR

Pengirim : Sdri. Dewi Erianik  
Dikirm Tanggal : 05 Maret 2019  
Lokasi/Sampel : Air

Kode Sampel	Total Koliform (MPN/100 mL)
Ngagel Tirta IV/32	0
Ngagel Tirta IV/34	0
Ngagel Tirta IV/36	0
Ngagel Tirta IV/48	0
Ngagel Tirta IV/64	0
Ngagel Tirta IV/54A	0
Metoda Analisis	Fermentasi Multi Tabung

Surabaya, 15 Maret 2019

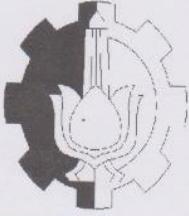
Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan  
Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS  
Kepala

Catatan :

Laporan ini dibuat untuk cuplikan air  
yang diterima laboratorium kami



Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc. *by*  
NIP. 195501281985032001



LABORATORIUM MANAJEMEN KUALITAS LINGKUNGAN  
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA  
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

## DATA PEMERIKSAAN AIR

Pengirim : Sdri. Dewi Erianik  
Dikirim Tanggal : 08 Maret 2019  
Lokasi/Sampel : Air

Kode Sampel	Total Koliform (MPN/100 mL)
Ngagel Tirto IV/9	130
Ngagel Tirto IV/11	22
Ngagel Tirto IV/41	0
Ngagel Tirto V/47A	14
Ngagel Tirto V/49	7
Ngagel Tirto V/3-5	34
Ngagel Tirto V/9	0
Ngagel Tirto V/15	0
Ngagel Tirto V/65	0
Baratang Satu IG/42	0
Ngagel Tirto V/11	0
Metoda Analisis	Fermentasi Multi Tabung

Surabaya, 15 Maret 2019

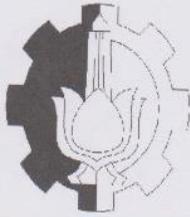
Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan  
Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS  
Kepala

Catatan :

Laporan ini dibuat untuk cuplikan air  
yang diterima laboratorium kami



Prof. Dr. Ir. Nieke Kamaningroem, MSc. *NK*  
NIP. 195501281985032001



LABORATORIUM MANAJEMEN KUALITAS LINGKUNGAN  
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA  
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

## DATA PEMERIKSAAN AIR

Pengirim : Sdri. Dewi Erianik  
Dikirim Tanggal : 06 Maret 2019  
Lokasi/Sampel : Air

Kode Sampel	Total Koliform (MPN/100 mL)
Ngagel Tirto IV/20	0
Ngagel Tirto IV/15	4
Ngagel Tirto IV/63	2
Ngagel Tirto IV/46	6
Ngagel Tirto IV/56	900
Ngagel Tirto IV/34A	2
Ngagel Tirto IV/58	27
Ngagel Tirto IV/69	8
Ngagel Tirto IV/50	2
Ngagel Tirto IV/29A	0
Metoda Analisis	Fermentasi Multi Tabung

Surabaya, 15 Maret 2019

Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan  
Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS  
Kepala,



Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.  
NIP. 195501281985032001

Catatan :

Laporan ini dibuat untuk cuplikan air  
yang diterima laboratorium kami



LABORATORIUM MANAJEMEN KUALITAS LINGKUNGAN  
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA  
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

## DATA PEMERIKSAAN AIR

Pengirim : Sdri. Dewi Erianik  
Dikirm Tanggal : 14 Maret 2019  
Lokasi/Sampel : Air

Kode Sampel	Total Koliform (MPN/100 mL)
Ngagel Tirto IV/9	0
Ngagel Tirto IV/11	4
Ngagel Tirto IV/15	11
Ngagel Tirto IV/34A	9
Ngagel Tirto IV/46	2
Ngagel Tirto IV/50	0
Ngagel Tirto IV/56	9
Ngagel Tirto IV/58	8
Ngagel Tirto IV/63	2
Ngagel Tirto IV/69	0
Ngagel Tirto V/49	7
Ngagel Tirto V/47A	0
Ngagel Tirto V/3-5	2
Bratang Stu IF/5	9
Metoda Analisis	Fermentasi Multi Tabung

Surabaya, 20 Maret 2019  
Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan  
Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS  
Kepala,



Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.  
NIP. 195501281985032001

Catatan :  
Laporan ini dibuat untuk cuplikan air  
yang diterima laboratorium kami

### Lampiran 3 Lembar Kuesioner

Kuesioner ini akan digunakan untuk penelitian Tugas Akhir yang dilaksanakan oleh Mahasiswa S1 Teknik Lingkungan ITS bernama Dewi Erianik.

I. Data responden pelanggan Zona Air Minum Prima (ZAMP):

1. Nama :
2. Alamat :
3. Usia :
4. Jenis Kelamin :
5. Pendidikan Terakhir :
6. Pekerjaan Responden :
  - a. Pegawai Negeri
  - b. Pegawai swasta
  - c. Wiraswata
  - d. Nelayan pemilik
  - e. Buruh nelayan
  - f. Buruh tani
  - g. Petani pemilik
  - h. Pensiunan
  - i. Lain-lain .....

II. Data keluarga

1. Nama Kepala Keluarga :
2. Usia :
3. Pendidikan Terakhir :
4. Jumlah Kepala Keluarga dalam 1 rumah :
5. Jumlah Anggota Keluarga :
6. Pekerjaan Kepala Keluarga :
  - a. Pegawai Negeri
  - b. Pegawai swasta
  - c. Wiraswata
  - d. Nelayan pemilik
  - e. Buruh nelayan
  - f. Buruh tani
  - g. Petani pemilik
  - h. Pensiunan
  - i. Lain-lain .....

Berapa kira-kira menghasilkan bapak, ibu, saudara dan berikut penghasilan anggota keluarga lainnya yang diberikan pada keluarga ini setiap bulannya?

- a. < Rp 1.000.000 per bulan
- b. Rp 1.000.000 – 2.000.000 per bulan
- c. Rp 2.000.000 – 3.000.000 per bulan
- d. Rp 3.000.000 – 4.000.000 per bulan
- e. m. Rp 4.000.000 – 5.000.000 per bulan
- f. o. Lebih besar dari Rp 5.000.000 per bulan

III. Kualitas Air Siap Minum yang Didistribusikan ke Pelanggan :

A. Kualitas

1. Bagaimana keadaan air siap minum PDAM?
  - a. Jernih
  - b. Agak Keruh
  - c. Keruh
2. Apakah air PDAM berbau klor/obat?
  - a. Ya
  - b. Tidak
3. Berapa frekuensi Anda sakit diare?
  - a. < 1 bulan sekali
  - b. 1 sampai 6 bulan sekali
  - c. > 6 bulan sekali
4. Menurut Anda, apakah Anda sudah puas terhadap kualitas air siap minum yang dialirkan?
  - a. Sangat Tidak Puas
  - b. Tidak Puas
  - c. Sedang
  - d. Puas
  - e. Sangat Puas

B. Kuantitas

1. Bagaimana aliran air PDAM saat ini?
  - a. Deras
  - b. Sedang
  - c. Kecil
2. Menurut Anda, apakah Anda sudah puas terhadap kuantitas air siap minum yang dialirkan?
  - a. Sangat Tidak Puas
  - b. Tidak Puas
  - c. Sedang
  - d. Puas
  - e. Sangat Puas

C. Kontinuitas

1. Apakah air PDAM mengalir 24 jam?
  - a. Ya, air PDAM mengalir 24 jam
  - b. Tidak, terkadang tidak mengalir pada jam-jam tertentu
  - c. Tidak, selalu tidak mengalir pada jam-jam tertentu
2. Menurut Anda, apakah Anda sudah puas terhadap kontinuitas air siap minum yang dialirkan?
  - a. Sangat Tidak Puas
  - b. Tidak Puas
  - c. Sedang
  - d. Puas
  - e. Sangat Puas

IV. Sarana dan Prasarana Air Minum di Rumah Pelanggan yang Telah Dilayani Program ZAMP:

1. Berapa usia bangunan rumah Anda saat ini?
  - a. < 15 tahun
  - b. 15-30 tahun
  - c. 30-45 tahun
  - d. >45 tahun
2. Apakah jenis pipa yang digunakan di rumah Anda?
  - a. Pipa besi
  - b. Pipa PVC
  - c. Pipa HDPE atau PE
3. Apakah pernah dilakukan pergantian atau perbaikan pipa di dalam rumah?
  - a. Ya
  - b. Tidak
4. Apakah di rumah Anda menggunakan tandon air?
  - a. Ya
  - b. Tidak
5. Sejak tahun berapa menggunakan air PDAM?
6. Air PDAM digunakan untuk Keperluan apa saja?
  - a. Mandi dan berwudhu
  - b. Mencuci baju, peralatan dapur dan kendaraan
  - c. Minum
  - d. Memasak
  - e. Menyiram tanaman

V. Pengetahuan Tentang Program ZAMP :

1. Apakah Anda mengetahui tentang program ZAMP (Zona Air Minum Prima)?
  - a. Ya
  - b. Tidak

2. Jika tahu, darimana Anda mengetahui program tersebut?
  - a. Petugas PDAM
  - b. Tetangga
  - c. Koran/TV/Media Sosial

VI. Pemanfaatan Air Siap Minum yang Didistribusikan :

1. Apa air minum yang anda konsumsi?
  - a. Air minum dalam kemasan / galon isi ulang resmi
  - b. Air minum dalam kemasan / galon isi ulang depo
  - c. Air dari kran PDAM
2. Apakah air yang diminum dimasak terlebih dahulu?
  - a. Dimasak terlebih dahulu
  - b. Langsung diminum
3. Jika tidak langsung diminum, mengapa?
  - a. Takut sakit
  - b. Airnya keruh
  - c. Rasanya tidak enak
  - d. Berbau kaporit
4. Mengapa tidak menggunakan air PDAM untuk sumber air minum?
  - a. Takut sakit
  - b. Airnya keruh
  - c. Rasanya tidak enak
  - d. Berbau kaporit
  - e. Tidak yakin pipa PDAM steril
  - f. Terbiasa menggunakan AMDK
5. Jika belum menggunakan air siap minum, berapa galon anda mengonsumsi air untuk minum dalam sebulan?
  - a. < 3 galon / bulan
  - b. 3-5 galon / bulan
  - c. > 5 galon/bulan
6. Jika kualitas air siap minum PDAM telah dijamin layak untuk diminum, Apakah Anda bersedia meminum air siap minum dari PDAM?
  - a. Ya
  - b. Tidak
7. Jika tidak bersedia, apakah alasannya?
  - a. Takut sakit
  - b. Airnya keruh
  - c. Rasanya tidak enak
  - d. Berbau kaporit
  - e. Tidak yakin pipa PDAM steril
  - f. Terbiasa menggunakan AMDK

**Lampiran 4**  
**Data Rekapitan Hasil Kuesioner**

1. Data Responden dan Keluarga

No	Alamat	Usia Responden (tahun)	Jenis Kelamin Responden	Pendidikan terakhir responden	Pekerjaan Responden	Usia KK (tahun)	Pendidikan terakhir KK	Jumlah KK setiap rumah	Jumlah anggota keluarga di rumah	Pekerjaan KK	Penghasilan
1	Ngagel Tirto No 47	58	Laki-laki	SMA	Wiraswasta	58	SMA	2	6	Wiraswasta	1.000.000-2.000.000
2	Ngagel Tirto No 41	37	Perempuan	SMA	Lain-lain (IRT)	40	SMA	2	7	Wiraswasta	2.000.000-3.000.000
3	Ngagel Tirto IV No 9	43	Perempuan	SMA	Wiraswasta	54	D3/s1/s2/s3	1	3	Wiraswasta	>5.000.000
4	Ngagel Tirto IV No 11	58	Perempuan	SMA	Lain-lain (IRT)	58	SMA	1	2	Lain-lain (IRT)	>5.000.000
5	Ngagel Tirto IV No 15	40	Perempuan	SMA	Lain-lain (IRT)	50	SD	1	2	Pensiunan	<1.000.000
6	Ngagel Tirto IV No 20	71	Perempuan	SMP	Pensiunan	71	SMP	2	5	Pensiunan	1.000.000-2.000.000
7	Ngagel Tirto IV No 29A	46	Perempuan	D3/S1/S2/S3	Pegawai swasta	46	D3/s1/s2/s3	1	2	Pegawai swasta	3.000.000-4.000.000
8	Ngagel Tirto IV No 32	68	Perempuan	SMA	Wiraswasta	68	SMA	2	6	Wiraswasta	1.000.000-2.000.000
9	Ngagel Tirto IV No 34	61	Perempuan	SMP	Wiraswasta	50	SMA	2	6	Pegawai swasta	>5.000.000
10	Ngagel Tirto IV No 34 A	75	Perempuan	SMA	Lain-lain (IRT)	82	D3/s1/s2/s3	1	2	Pensiunan	2.000.000-3.000.000
11	Ngagel Tirto IV No 36	53	Laki-laki	D3/S1/S2/S3	Pegawai swasta	53	D3/s1/s2/s3	1	3	Pegawai swasta	1.000.000-2.000.000
12	Ngagel Tirto IV No 46	46	Perempuan	SMA	Lain-lain (IRT)	60	SMA	2	7	Pegawai swasta	3.000.000-4.000.000
13	Ngagel Tirto IV No 48	62	Perempuan	SMA	Wiraswasta	62	SMA	1	5	Wiraswasta	<1.000.000
14	Ngagel Tirto IV No 50	52	Laki-laki	SMA	Pegawai swasta	52	SMA	3	8	Pegawai swasta	>5.000.000
15	Ngagel Tirto IV No 54 A	47	Laki-laki	D3/S1/S2/S3	Wiraswasta	47	D3/s1/s2/s3	2	6	Wiraswasta	2.000.000-3.000.000
16	Ngagel Tirto IV No 63	55	Perempuan	SMA	Lain-lain (IRT)	55	SMA	2	4	Lain-lain (IRT)	2.000.000-3.000.000
17	Ngagel Tirto IV No 56	25	Laki-laki	D3/S1/S2/S3	Wiraswasta	70	SMA	1	3	Pensiunan	2.000.000-3.000.000
18	Ngagel Tirto IV No 58	16	Perempuan	SMP	Lain-lain (IRT)	40	SMA	3	10	Pegawai swasta	2.000.000-3.000.000

No	Alamat	Usia Responden (tahun)	Jenis Kelamin Responden	Pendidikan terakhir responden	Pekerjaan Responden	Usia KK (tahun)	Pendidikan terakhir KK	Jumlah KK setiap rumah	Jumlah anggota keluarga di rumah	Pekerjaan KK	Penghasilan
19	Ngagel Tirto IV No 69	36	Perempuan	SMA	Lain-lain (IRT)	37	SMA	1	4	Wiraswasta	2.000.000-3.000.000
20	Ngagel Tirto IV No 64	62	Laki-laki	SD	Pensiunan	62	SD	2	5	Pensiunan	2.000.000-3.000.000
21	Bratang Satu 1F No 4	75	Perempuan	SMP	Lain-lain (IRT)	75	SMP	1	3	Lain-lain (IRT)	1.000.000-2.000.000
22	Bratang Satu 1F No 5	60	Laki-laki	SMA	Pensiunan	60	SMA	1	8	Pensiunan	3.000.000-4.000.000
23	Bratang Satu 1F No 17	46	Perempuan	SMA	Wiraswasta	50	SMA	1	4	Wiraswasta	2.000.000-3.000.000
24	Bratang Satu 1F No 23	80	Laki-laki	SMA	Pensiunan	80	SMA	1	5	Pensiunan	1.000.000-2.000.000
25	Bratang Satu 1F No 24	69	Laki-laki	D3/S1/S2/S3	Pensiunan	69	D3/s1/s2/s3	2	6	Pensiunan	>5.000.000
26	Ngagel Tirto V No 3-5	50	Laki-laki	D3/S1/S2/S3	PNS	50	D3/s1/s2/s3	1	2	PNS	>5.000.000
27	Ngagel Tirto V No 9	63	Laki-laki	D3/S1/S2/S3	Pensiunan	63	D3/s1/s2/s3	2	7	Pensiunan	3.000.000-4.000.000
28	Ngagel Tirto V No 11	24	Perempuan	SMA	Wiraswasta	27	SMA	1	2	Wiraswasta	2.000.000-3.000.000
29	Ngagel Tirto V No 15	20	Laki-laki	SMA	Wiraswasta	38	SMA		6	Wiraswasta	3.000.000-4.000.000
30	Ngagel Tirto V No 49	47	Perempuan	SMA	Wiraswasta	50	SMA	1	4	Wiraswasta	2.000.000-3.000.000
31	Ngagel Tirto V No 65	54	Perempuan	SMA	Wiraswasta	47	D3/s1/s2/s3	1	4	Pegawai swasta	3.000.000-4.000.000
32	Ngagel Tirto V No 73	42	Perempuan	D3/S1/S2/S3	PNS	42	D3/s1/s2/s3		0	PNS	2.000.000-3.000.000
33	Bratang Satu 1G No 42	62	Perempuan	SMA	Lain-lain (IRT)	72	SMA	2	5	Pensiunan	1.000.000-2.000.000

## 2. Jawaban Kuesioener

No	Alamat	Keadaan Air	Berbau Obat/Klor	Frekuensi diare	Kepuasan thd Kualitas	Aliran Air PDAM	Kepuasan thd Kuantitas	Kontinuitas	Kepuasan thd Kontinuitas	Usia rumah	Jenis Pipa	Pergantian atau perbaikan	Tandon Air	Tahun Mulai pakai PDAM	Penggunaan air PDAM
1	Ngagel Tirto No 47	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Sedang	Sedang	Sedang	Ya,24 jam	Sedang	30-45	PVC	Ya	Tidak	1975	Mandi dan berwudhu, mencuci, memasak, menyiram tanaman
2	Ngagel Tirto No 41	Agak keruh	Tidak	>6 bulan sekali	Sedang	Deras	Puas	Ya,24 jam	Puas	>45	PVC	Ya	Tidak	1970	Mandi dan berwudhu, mencuci, menyiram tanaman
3	Ngagel Tirto IV No 9	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Sedang	Sedang	Tidak Puas	Terkadang tidak mengalir pada jam-jam tertentu	Tidak Puas	>45	PVC	Ya	Tidak	1965	Mandi dan berwudhu, mencuci, menyiram tanaman
4	Ngagel Tirto IV No 11	Jernih	Ya	>6 bulan sekali	Sedang	Sedang	Tidak Puas	Terkadang tidak mengalir pada jam-jam tertentu	Tidak Puas	>45	PVC	Tidak	Tidak	1965	Mandi dan berwudhu, mencuci, menyiram tanaman
5	Ngagel Tirto IV No 15	Jernih	Ya	>6 bulan sekali	Puas	Sedang	Sedang	Terkadang tidak mengalir pada jam-jam tertentu	Tidak Puas	>45	PVC	Tidak	Tidak	1969	Mandi dan berwudhu, mencuci, memasak, menyiram tanaman
6	Ngagel Tirto IV No 20	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Puas	Sedang	Tidak Puas	Terkadang tidak mengalir pada jam-jam tertentu	Sangat Tidak Puas	>45	PVC	Tidak	Tidak	1965	Mandi dan berwudhu, mencuci, minum, memasak, menyiram tanaman
7	Ngagel Tirto IV No 29A	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Puas	Deras	Puas	Ya,24 jam	Sedang	30-45	PVC	Ya	Tidak	1977	Mandi dan berwudhu, mencuci, menyiram tanaman

No	Alamat	Keadaan Air	Berbau Obat/Klor	Frekuensi diare	Kepuasan thd Kualitas	Aliran Air PDAM	Kepuasan thd Kuantitas	Kontinuitas	Kepuasan thd Kontinuitas	Usia rumah	Jenis Pipa	Pergantian atau perbaikan	Tandon Air	Tahun Mulai pakai PDAM	Penggunaan air PDAM
8	Ngagel Tirto IV No 32	Jernih	Ya	>6 bulan sekali	Sangat Puas	Deras	Sangat Puas	Ya,24 jam	Sangat Puas	30-45	PVC	Ya	Tidak	1974	Mandi dan berwudhu, mencuci, memasak, menyiram tanaman
9	Ngagel Tirto IV No 34	Jernih	Ya	>6 bulan sekali	Puas	Sedang	Puas	Terkadang tidak mengalir pada jam-jam tertentu	Puas	30-45	PVC	Ya	Tidak	1978	Mandi dan berwudhu, mencuci, menyiram tanaman
10	Ngagel Tirto IV No 34 A	Agak keruh	Ya	>6 bulan sekali	Sedang	Deras	Puas	Ya,24 jam	Puas	>45	Besi (galvanis)	Tidak	Tidak	1979	Mandi dan berwudhu, mencuci, minum, memasak, menyiram tanaman
11	Ngagel Tirto IV No 36	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Sangat Puas	Deras	Sangat Puas	Ya,24 jam	Sangat Puas	>45	PVC	Tidak	Tidak	1970	Mandi dan berwudhu, mencuci, memasak, menyiram tanaman
12	Ngagel Tirto IV No 46	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Sedang	Deras	Sedang	Ya,24 jam	Sedang	30-45	PVC	Tidak	Tidak	1980	Mandi dan berwudhu, mencuci, menyiram tanaman
13	Ngagel Tirto IV No 48	Agak keruh	Ya	>6 bulan sekali	Sedang	Deras	Sangat Puas	Terkadang tidak mengalir pada jam-jam tertentu	Tidak Puas	>45	PVC	Tidak	Tidak	1966	Mandi dan berwudhu, mencuci, menyiram tanaman
14	Ngagel Tirto IV No 50	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Sedang	Deras	Sedang	Ya,24 jam	Puas	>45	PVC	YA	Tidak	1970	Mandi dan berwudhu, mencuci, menyiram tanaman
15	Ngagel Tirto IV No 54 A	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Sangat Puas	Deras	Sangat Puas	Ya,24 jam	Sangat Puas	15-30	HDPE/PE	YA	Tidak	1989	Mandi dan berwudhu, mencuci, memasak,

No	Alamat	Keadaan Air	Berbau Obat/Klor	Frekuensi diare	Kepuasan thd Kualitas	Aliran Air PDAM	Kepuasan thd Kuantitas	Kontinuitas	Kepuasan thd Kontinuitas	Usia rumah	Jenis Pipa	Pergantian atau perbaikan	Tandon Air	Tahun Mulai pakai PDAM	Penggunaan air PDAM
															menyiram tanaman
16	Ngagel Tirto IV No 63	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Puas	Deras	Sedang	Ya,24 jam	Puas	30-45	PVC	Tidak	Tidak	1979	Mandi dan berwudhu, mencuci, memasak, menyiram tanaman
17	Ngagel Tirto IV No 56	Keruh	Tidak	>6 bulan sekali	Sedang	Deras	Puas	Ya,24 jam	Puas	30-45	Besi (galvanis)	Tidak	Tidak	1984	Mandi dan berwudhu, mencuci, memasak, menyiram tanaman
18	Ngagel Tirto IV No 58	Jernih	Ya	>6 bulan sekali	Puas	Sedang	Sedang	Terkadang tidak mengalir pada jam-jam tertentu	Tidak Puas	30-45	PVC	Tidak	Tidak	1977	Mandi dan berwudhu, mencuci, menyiram tanaman
19	Ngagel Tirto IV No 69	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Puas	Sedang	Tidak Puas	Terkadang tidak mengalir pada jam-jam tertentu	Tidak Puas	15-30	PVC	Tidak	Tidak	1989	Mandi dan berwudhu, mencuci, menyiram tanaman
20	Ngagel Tirto IV No 64	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Sangat Puas	Deras	Sangat Puas	Ya,24 jam	Sangat Puas	30-45	HDPE/PE	Ya	Tidak	1974	Mandi dan berwudhu, mencuci, memasak, menyiram tanaman
21	Bratang Satu 1F No 4	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Sedang	Deras	Sedang	Ya,24 jam	Puas	>45	PVC	Ya	Tidak	1968	Mandi dan berwudhu, mencuci, memasak, menyiram tanaman
22	Bratang Satu 1F No 5	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Sedang	Deras	Sedang	Ya,24 jam	Puas	30-45	PVC	Tidak	Tidak	1978	Mandi dan berwudhu, mencuci, menyiram tanaman

No	Alamat	Keadaan Air	Berbau Obat/Klor	Frekuensi diare	Kepuasan thd Kualitas	Aliran Air PDAM	Kepuasan thd Kuantitas	Kontinuitas	Kepuasan thd Kontinuitas	Usia rumah	Jenis Pipa	Pergantian atau perbaikan	Tandon Air	Tahun Mulai pakai PDAM	Penggunaan air PDAM
23	Bratang Satu 1F No 17	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Puas	Deras	Sedang	Terkadang tidak mengalir pada jam-jam tertentu	Tidak Puas	30-45	PVC	Ya	Tidak	1980	Mandi dan berwudhu, mencuci, menyiram tanaman
24	Bratang Satu 1F No 23	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Puas	Deras	Puas	Ya,24 jam	Sedang	>45	HDPE/PE	Ya	Tidak	1966	Mandi dan berwudhu, mencuci, memasak, menyiram tanaman
25	Bratang Satu 1F No 24	Jernih	Ya	>6 bulan sekali	Sedang	Deras	Puas	Ya,24 jam	Puas	30-45	PVC	Ya	Tidak	1980	Mandi dan berwudhu, mencuci, menyiram tanaman
26	Ngagel Tirto V No 3-5	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Puas	Sedang	Sedang	Terkadang tidak mengalir pada jam-jam tertentu	Sedang	30-45	PVC	Tidak	Tidak	1983	Mandi dan berwudhu, mencuci, menyiram tanaman
27	Ngagel Tirto V No 9	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Puas	Sedang	Sedang	Terkadang tidak mengalir pada jam-jam tertentu	Sedang	30-45	PVC	Ya	Tidak	1983	Mandi dan berwudhu, mencuci, menyiram tanaman
28	Ngagel Tirto V No 11	Agak keruh	Tidak	>6 bulan sekali	Sedang	Deras	Puas	Ya,24 jam	Puas	>45	PVC	Tidak	Tidak	1968	Mandi dan berwudhu, mencuci, menyiram tanaman
29	Ngagel Tirto V No 15	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Puas	Deras	Puas	Ya,24 jam	Puas	>45	PVC	Tidak	Tidak	1970	Mandi dan berwudhu, mencuci, memasak, menyiram tanaman
30	Ngagel Tirto V No 49	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Sedang	Sedang	Sedang	Ya,24 jam	Sedang	30-45	PVC	Tidak	Tidak	1981	Mandi dan berwudhu, mencuci, menyiram tanaman

No	Alamat	Keadaan Air	Berbau Obat/Klor	Frekuensi diare	Kepuasan thd Kualitas	Aliran Air PDAM	Kepuasan thd Kuantitas	Kontinuitas	Kepuasan thd Kontinuitas	Usia rumah	Jenis Pipa	Pergantian atau perbaikan	Tandon Air	Tahun Mulai pakai PDAM	Penggunaan air PDAM
31	Ngagel Tirto V No 65	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Puas	Deras	Puas	Ya,24 jam	Puas	30-45	PVC	Ya	Tidak	1989	Mandi dan berwudhu, mencuci, menyiram tanaman
32	Ngagel Tirto V No 73	Agak keruh	Ya	>6 bulan sekali	Tidak puas	Kecil	Tidak Puas	Ya,24 jam	Sedang	15-30	PVC	Tidak	Tidak	1995	Mandi dan berwudhu, menyiram tanaman
33	Bratang Satu 1G No 42	Jernih	Tidak	>6 bulan sekali	Sedang	Deras	Sedang	Ya,24 jam	Sedang	30-45	PVC	Ya		1975	Mandi dan berwudhu, mencuci, minum, memasak, menyiram tanaman

Lanjutan Jawaban Kuesioner...

No	Alamat	Pengatahuan Tentang ZAMP	Sumber Informasi	Air minum yang anda konsumsi	Dimasak dulu atau tidak	Alasan tidak Langsung diminum	Alasan tidak menggunakan air PDAM untuk diminum	Kuantitas konsumsi galon	Jika sudah dijamin mau minum atau tidak	Jika tidak apa alasannya
1	Ngagel Tirto No 47	Ya	Tetangga	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Airnya keruh	>5 galon/bulan	Ya	-
2	Ngagel Tirto No 41	Ya	Media sosial	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Airnya keruh	>5 galon/bulan	Tidak	Takut sakit
3	Ngagel Tirto IV No 9	Ya	Petugas PDAM	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Takut sakit	>5 galon/bulan	Ya	-
4	Ngagel Tirto IV No 11	Ya	Petugas PDAM	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Takut sakit	>5 galon/bulan	Ya	-
5	Ngagel Tirto IV No 15	Tidak	-	Air galon isi ulang depo	Langsung diminum	-	Airnya keruh	3-5 galon/bulan	Tidak	Takut sakit
6	Ngagel Tirto IV No 20	Tidak	-	Air keran PDAM	Dimasak terlebih dahulu	Takut sakit	-	-	Ya	-
7	Ngagel Tirto IV No 29A	Tidak	-	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Takut sakit	3-5 galon/bulan	Ya	-
8	Ngagel Tirto IV No 32	Ya	Petugas PDAM	Air galon isi ulang depo	Langsung diminum	-	Airnya keruh	>5 galon/bulan	Ya	-
9	Ngagel Tirto IV No 34	Tidak	-	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Terbiasa menggunakan AMDK	>5 galon/bulan	Ya	-
10	Ngagel Tirto IV No 34 A	Ya	Tetangga	Air keran PDAM	Dimasak terlebih dahulu	Takut sakit	-	-	Ya	-
11	Ngagel Tirto IV No 36	Tidak	-	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Takut sakit	<3 galon/bulan	Ya	-
12	Ngagel Tirto IV No 46	Ya	Tetangga	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Airnya keruh	>5 galon/bulan	Ya	-
13	Ngagel Tirto IV No 48	Ya	Tetangga	Air galon resmi	Dimasak terlebih dahulu	Takut sakit	Airnya keruh	<3 galon/bulan	Ya	-
14	Ngagel Tirto IV No 50	Ya	Petugas PDAM	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Airnya keruh	3-5 galon/bulan	Ya	-
15	Ngagel Tirto IV No 54 A	Tidak	-	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Terbiasa menggunakan AMDK	3-5 galon/bulan	Tidak	Terbiasa menggunakan AMDK
16	Ngagel Tirto IV No 63	Tidak	-	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Takut sakit	3-5 galon/bulan	Ya	-

No	Alamat	Pengatahuan Tentang ZAMP	Sumber Informasi	Air minum yang anda konsumsi	Dimasak dulu atau tidak	Alasan tidak Langsung diminum	Alasan tidak menggunakan air PDAM untuk diminum	Kuantitas konsumsi galon	Jika sudah dijamin mau minum atau tidak	Jika tidak apa alasannya
17	Ngagel Tirto IV No 56	Tidak	-	Air galon isi ulang depo	Langsung diminum	-	Airnya keruh	>5 galon/bulan	Ya	-
18	Ngagel Tirto IV No 58	Tidak	-	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Takut sakit	3-5 galon/bulan	Tidak	Takut sakit
19	Ngagel Tirto IV No 69	Ya	Petugas PDAM	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Terbiasa menggunakan AMDK	>5 galon/bulan	Tidak	Terbiasa menggunakan AMDK
20	Ngagel Tirto IV No 64	Tidak	-	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Airnya keruh	>5 galon/bulan	Ya	-
21	Bratang Satu 1F No 4	Tidak	-	Air galon isi ulang depo	Langsung diminum	-	Takut sakit	>5 galon/bulan	Ya	-
22	Bratang Satu 1F No 5	Tidak	-	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Airnya keruh	>5 galon/bulan	Ya	-
23	Bratang Satu 1F No 17	Tidak	-	Air galon isi ulang depo	Langsung diminum	-	Takut sakit	>5 galon/bulan	Ya	-
24	Bratang Satu 1F No 23	Tidak	-	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Airnya keruh	<3 galon/bulan	Ya	-
25	Bratang Satu 1F No 24	Tidak	-	Air galon isi ulang depo	Langsung diminum	-	Berbau kaporit	>5 galon/bulan	Tidak	Berbau kaporit
26	Ngagel Tirto V No 3-5	Ya	Petugas PDAM	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Takut sakit	>5 galon/bulan	Ya	-
27	Ngagel Tirto V No 9	YA	Petugas PDAM	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Berbau kaporit	>5 galon/bulan	Ya	-
28	Ngagel Tirto V No 11	YA	Petugas PDAM	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Takut sakit	<3 galon/bulan	Tidak	Takut sakit
29	Ngagel Tirto V No 15	Tidak	-	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Takut sakit	>5 galon/bulan	Ya	-
30	Ngagel Tirto V No 49	Ya	Tetangga	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Airnya keruh	>5 galon/bulan	Ya	-
31	Ngagel Tirto V No 65	Ya	Media sosial	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Takut sakit	3-5 galon/bulan	Tidak	Takut sakit
32	Ngagel Tirto V No 73	Ya	Petugas PDAM	Air galon resmi	Langsung diminum	-	Airnya keruh	3-5 galon/bulan	Tidak	Takut sakit
33	Bratang Satu 1G No 42	Tidak	-	Air keran PDAM	Dimasak terlebih dahulu	Airnya keruh	-	-	Ya	-

**\*Halaman sengaja di kosongkan\***

## Lampiran 5

### Data Hasil Analisis Jaringan dengan WaterCAD v8i

1. Data Node (pada kondisi rata-rata atau sebelum dikalikan faktor pemakaian air)

Label	Elevasi (meter)	Demand ( m <sup>3</sup> /jam)
TK-1	5,000	10,053
TK-2	4,810	3,235
N-1	4,700	0,000
N-2	3,970	0,000
N-3	3,500	0,000

2. Data Pipa (pada kondisi rata-rata atau sebelum dikalikan faktor pemakaian air)

Label	Panjang Pipa (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-William C	Koefisien Minor Losses (Local)
P-2	426	80	PVC	150	1.280
P-3	40	80	PVC	150	1.280
P-7	2	80	PVC	150	0,78
P-31	3	80	PVC	150	0,8
P-32	459	80	PVC	150	0,79
P-33	3	80	PVC	150	0,8
P-34	39	80	PVC	150	0,39
P-35	18	80	PVC	150	0,8
P-36	3	80	PVC	150	0,39

3. Hasil Running WaterCAD untuk parameter Tekanan

Tekanan (mH <sub>2</sub> O)					
Jam	TK-1	TK-2	N-1	N-2	N-3
1	24,564	25,940	25,960	26,798	27,371
2	24,689	26,050	26,072	26,908	27,479
3	23,500	25,004	25,015	25,864	26,448
4	21,130	22,931	22,918	23,795	24,406
5	17,453	19,746	19,695	20,618	21,272
6	14,787	17,457	17,378	18,335	19,023

Tekanan (mH <sub>2</sub> O)					
Jam	TK-1	TK-2	N-1	N-2	N-3
7	12,747	15,718	15,615	16,600	17,314
8	11,592	14,736	14,619	15,621	16,350
9	13,831	16,641	16,550	17,521	18,221
10	14,209	16,963	16,877	17,843	18,537
11	16,527	18,949	18,888	19,823	20,488
12	16,893	19,264	19,207	20,137	20,798
13	17,676	19,938	19,890	20,810	21,461
14	17,648	19,914	19,866	20,786	21,437
15	15,504	18,072	18,000	18,948	19,626
16	17,202	19,529	19,476	20,402	21,059
17	15,189	17,802	17,726	18,679	19,361
18	14,412	17,137	17,053	18,015	18,707
19	15,304	17,900	17,826	18,777	19,457
20	16,272	18,730	18,667	19,605	20,273
21	18,836	20,940	20,904	21,809	22,446
22	19,763	21,742	21,716	22,610	23,236
23	21,209	23,000	22,988	23,864	24,474
24	22,547	24,169	24,170	25,030	25,625

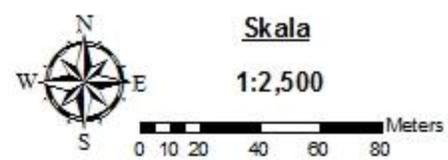
#### 4. Hasil Running WaterCAD untuk Parameter Kecepatan

Kecepatan (m/s)									
Jam	P-2	P-32	P-31	P-34	P-33	P-3	P-36	P-35	P-7
1	0,130	0,410	0,410	0,410	0,410	0,410	0,540	0,540	0,540
2	0,130	0,410	0,410	0,410	0,410	0,410	0,540	0,540	0,540
3	0,140	0,440	0,440	0,440	0,440	0,440	0,580	0,580	0,580
4	0,160	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,640	0,640	0,640
5	0,180	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,740	0,740	0,740
6	0,200	0,610	0,610	0,610	0,610	0,610	0,810	0,810	0,810
7	0,210	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,860	0,860	0,860
8	0,220	0,670	0,670	0,670	0,670	0,670	0,890	0,890	0,890
9	0,200	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,830	0,830	0,830
10	0,200	0,620	0,620	0,620	0,620	0,620	0,830	0,830	0,830
11	0,190	0,580	0,580	0,580	0,580	0,580	0,770	0,770	0,770
12	0,180	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	0,760	0,760	0,760
13	0,180	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,740	0,740	0,740
14	0,180	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,740	0,740	0,740
15	0,190	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,790	0,790	0,790
16	0,180	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	0,750	0,750	0,750
17	0,190	0,610	0,610	0,610	0,610	0,610	0,800	0,800	0,800
18	0,200	0,620	0,620	0,620	0,620	0,620	0,820	0,820	0,820
19	0,190	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,800	0,800	0,800
20	0,190	0,580	0,580	0,580	0,580	0,580	0,770	0,770	0,770
21	0,170	0,530	0,530	0,530	0,530	0,530	0,700	0,700	0,700
22	0,170	0,510	0,510	0,510	0,510	0,510	0,680	0,680	0,680
23	0,160	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480	0,640	0,640	0,640
24	0,150	0,460	0,460	0,460	0,460	0,460	0,600	0,600	0,600

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***



# PETA LOKASI STUDI



## Legenda

- - - Batas Wilayah Studi
- Jalan
- Bangunan
- Bangunan PDAM



Dibuat Oleh :  
**DEWI ERIANIK**  
 0321154000037  
 Departemen Teknik Lingkungan  
 FTSLK-ITS  
 2019

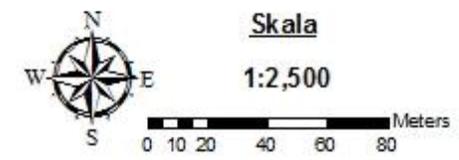
Sumber  
 1. OpenStreetMap  
 ([www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org)), 2016.  
 2. GIS PDAM Surya Sembada  
 Surabaya, 2019.

Nomor Gambar	Halaman
01	197

**\*Halaman ini Sengaja Dikosongkan\***



## PETA LOKASI STUDI DAN JUMLAH PELANGGAN



### Legenda

- Jalan
- Bangunan
- - - Batas Wilayah Studi
- Bangunan PDAM
- Jumlah Pelanggan



Dibuat Oleh :

DEWI ERANIK  
0321154000037

Departemen Teknik Lingkungan  
FTSLK-ITS  
2019

### Sumber

1. OpenStreetMap ([www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org)), 2016.
2. GIS PDAM Surya Sembada Surabaya, 2019.

Nomor Gambar  
02

Halaman  
199

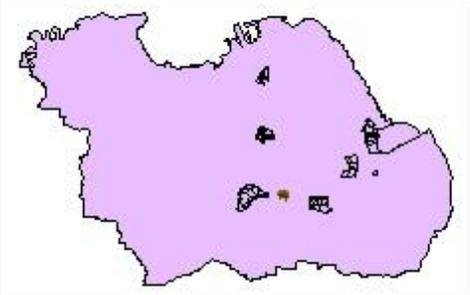
**\*Halaman ini Sengaja Dikosongkan\***



### PETA LOKASI TITIK PENGAMBILAN SAMPEL



- Legenda**
- Lokasi Sampling
  - Jalan
  - Batas Wilayah Studi
  - Bangunan PDAM



Dibuat Oleh :  
**DEWI ERIANIK**  
 0321154000037  
 Departemen Teknik Lingkungan  
 FTSLK-ITS  
 2019

Sumber  
 1. OpenStreetMap  
 ([www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org)),2016.  
 2. GIS PDAM Surya Sembada  
 Surabaya,2019.

Nomor Gambar	Halaman
03	201

**\*Halaman ini Sengaja Dikosongkan\***

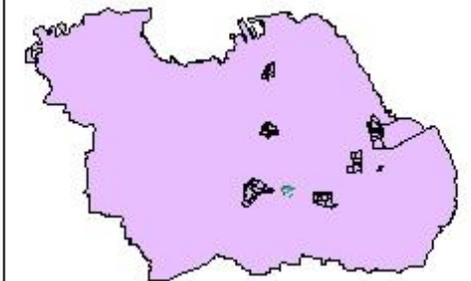


## PETA JARINGAN PIPA EKSTING



### Legenda

- Aksesoris
- Pelekap Distribusi
- Pipa Distribusi
- Bangunan PDAM
- Jalan



Dibuat Oleh :

**DEWI ERANIK**  
0321154000037

Departemen Teknik Lingkungan  
FTSLK-ITS  
2019

Sumber

1. OpenStreetMap ([www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org)), 2016.
2. GIS PDAM Surya Sembada Surabaya, 2019.

Nomor Gambar

04

Halaman

203

**\*Halaman ini Sengaja Dikosongkan\***

112°44'45"E

112°44'50"E

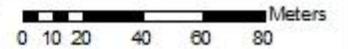
112°44'55"E

# PETA RENCANA PELETAKAN RESIDUAL CHLORINE MONITOR (RCM)



Skala

1:2,500



## Legenda

- Lokasi RCM
- Batas Wilayah Studi
- Bangunan PDAM
- Jalan
- Bangunan



Dibuat Oleh :

**DEWI ERIANIK**  
0321154000037

Departemen Teknik Lingkungan  
FTSLK-ITS  
2019

Sumber

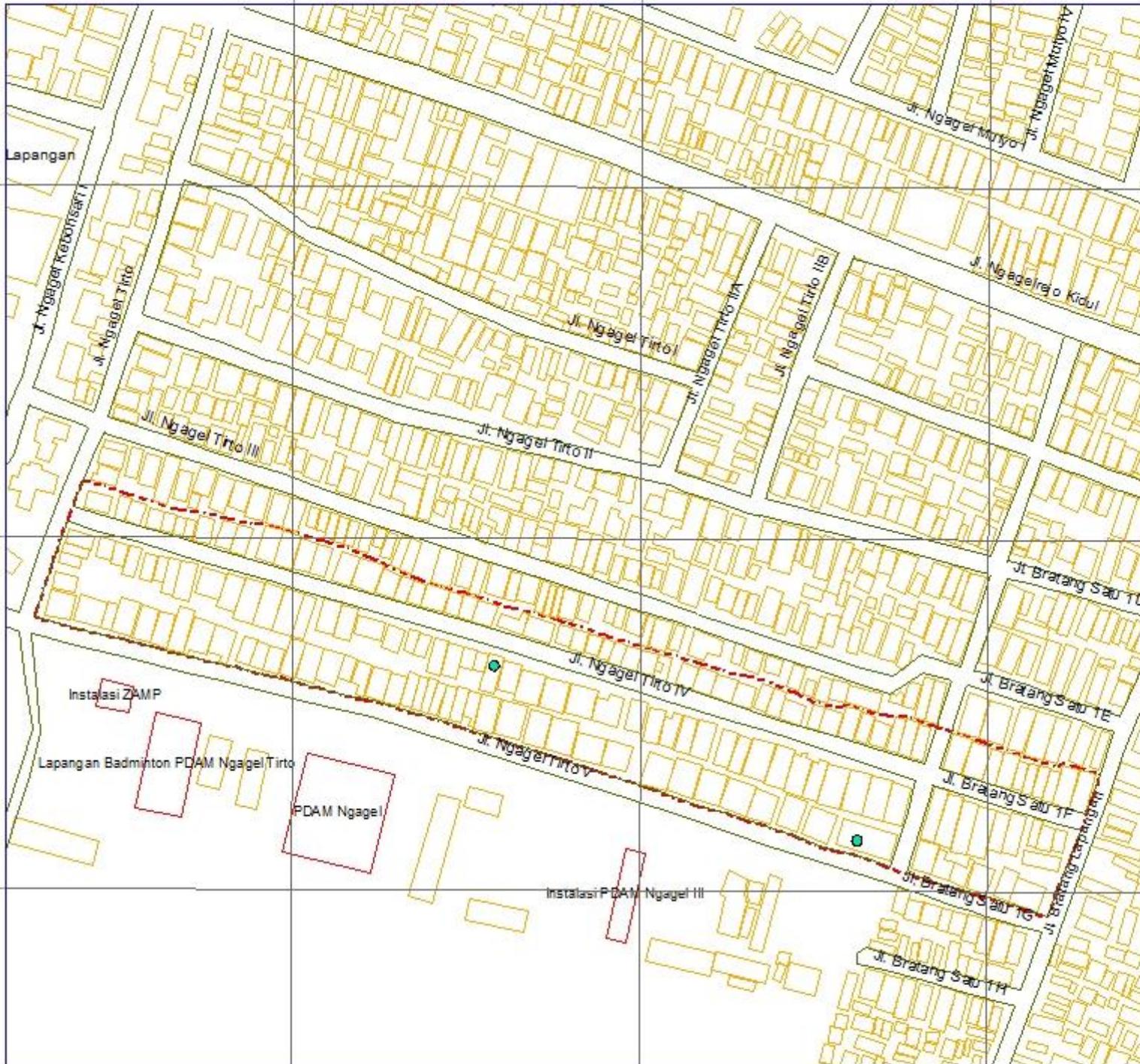
1. OpenStreetMap  
([www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org)), 2016.  
2. GIS PDAM Surya Sembada  
Surabaya, 2019.

Nomor Gambar

05

Halaman

205



112°44'45"E

112°44'50"E

112°44'55"E

7°17'50"S

7°17'50"S

7°17'55"S

7°17'55"S

7°18'0"S

7°18'0"S

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***



Departemen Teknik Lingkungan  
FTSLK - ITS  
2019

TUGAS AKHIR

Evaluasi Program Zona Air Minum Prima  
(ZAMP) di Ngagel Tirto Surabaya

LEGENDA

- Pipa
- Junction/Node

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng  
19650317 199102 1 001

MAHASISWA

DEWI ERIANIK  
03211540000037

JUDUL GAMBAR

Hasil Running WaterCAD

SUMBER

1. OpenStreetMap (www.openstreetmap.org),2016.
2. GIS PDAM Surya Sembada Surabaya,2019.

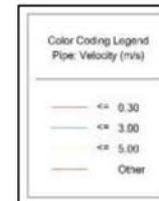
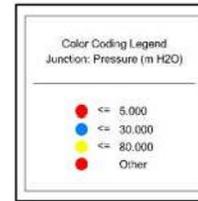
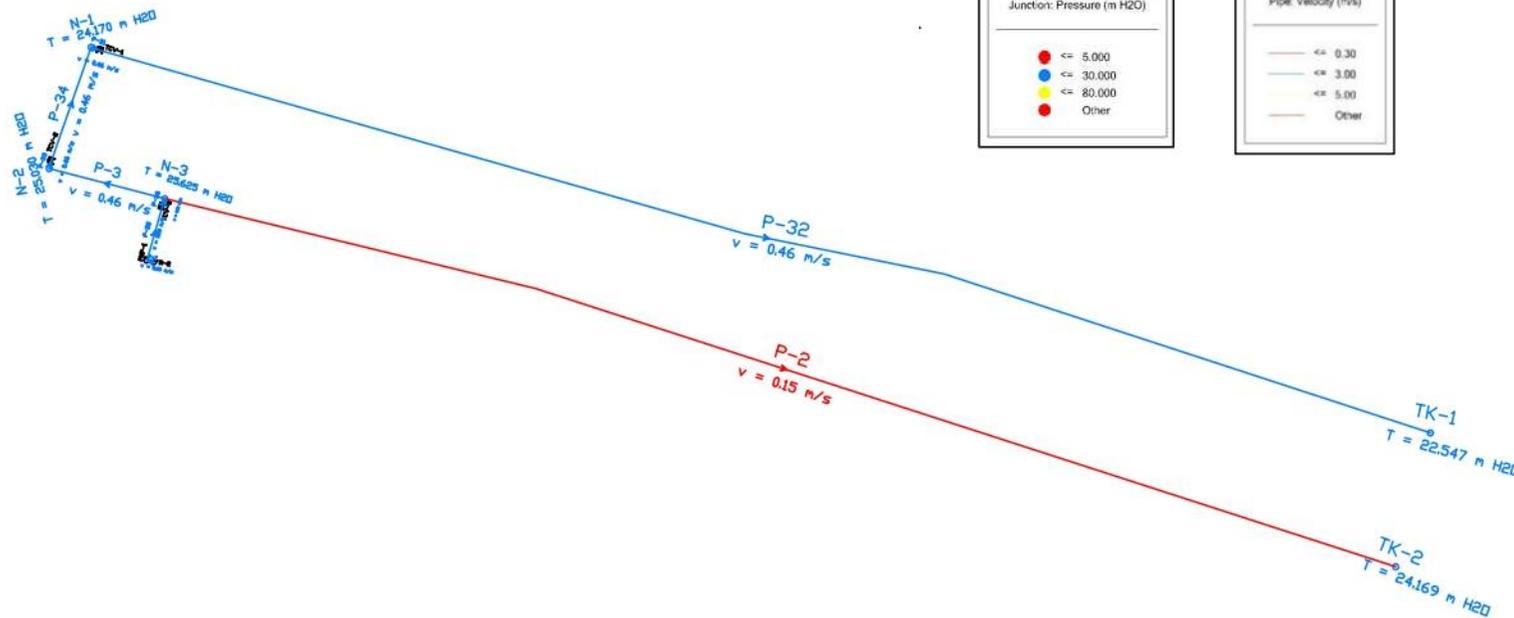


SKALA

1:2500

NO. GAMBAR

05



Hasil Running WaterCAD  
Skala 1:2500

**\*Halaman ini Sengaja Dikosongkan\***



Departemen Teknik Lingkungan  
FTSLK - ITS  
2019

**TUGAS AKHIR**

Evaluasi Program Zona Air Minum Prima  
(ZAMP) di Ngagel Tirto Surabaya

**LEGENDA**

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng  
19650317 199102 1 001

**MAHASISWA**

DEWI ERIANIK  
0321154000037

**JUDUL GAMBAR**

Sketsa Reservoir Tampak Atas

**SUMBER**

Dezhou Ruixing Industry And Trade  
Development Co., Ltd.

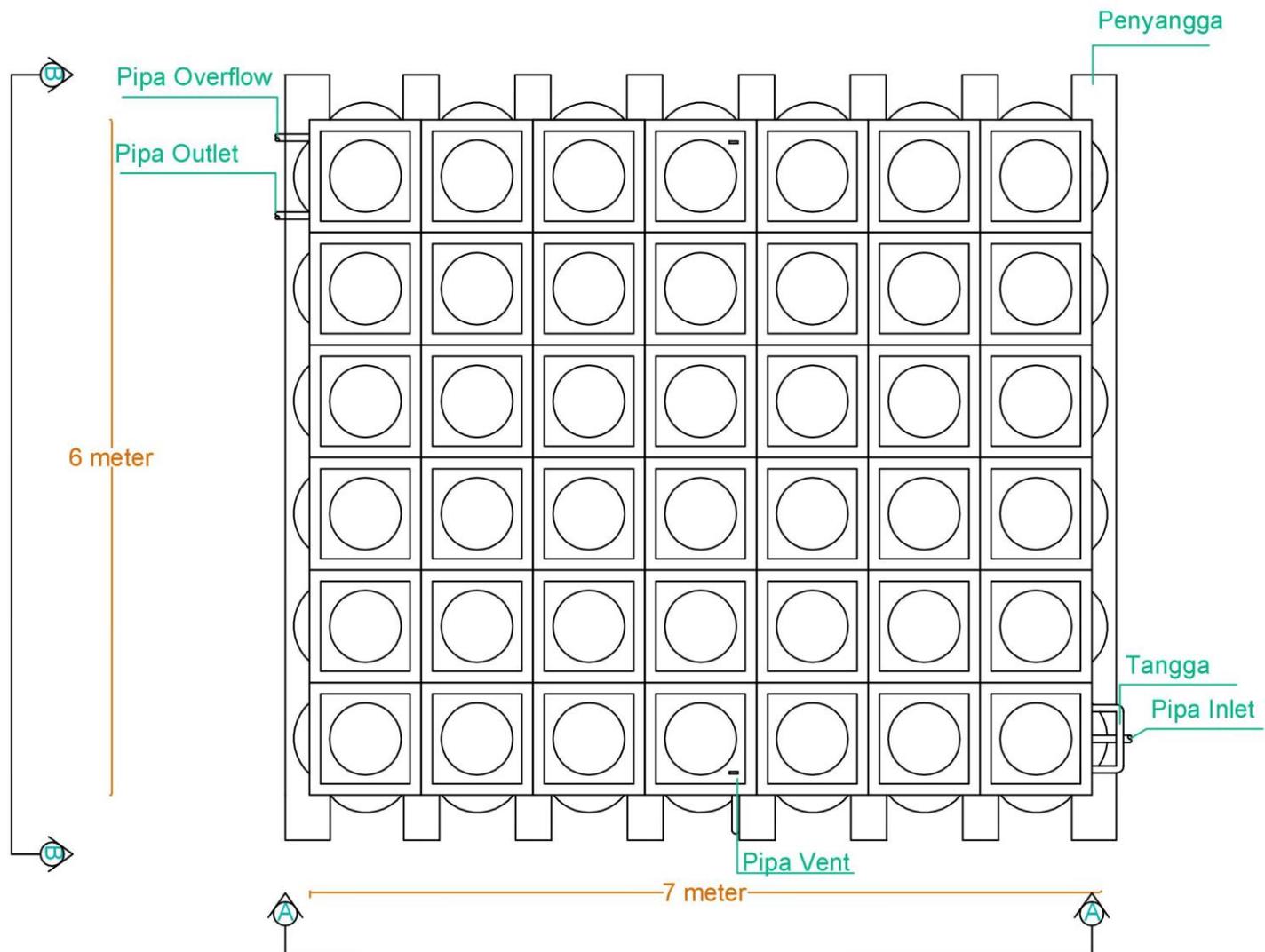


SKALA

Tanpa Skala

NO. GAMBAR

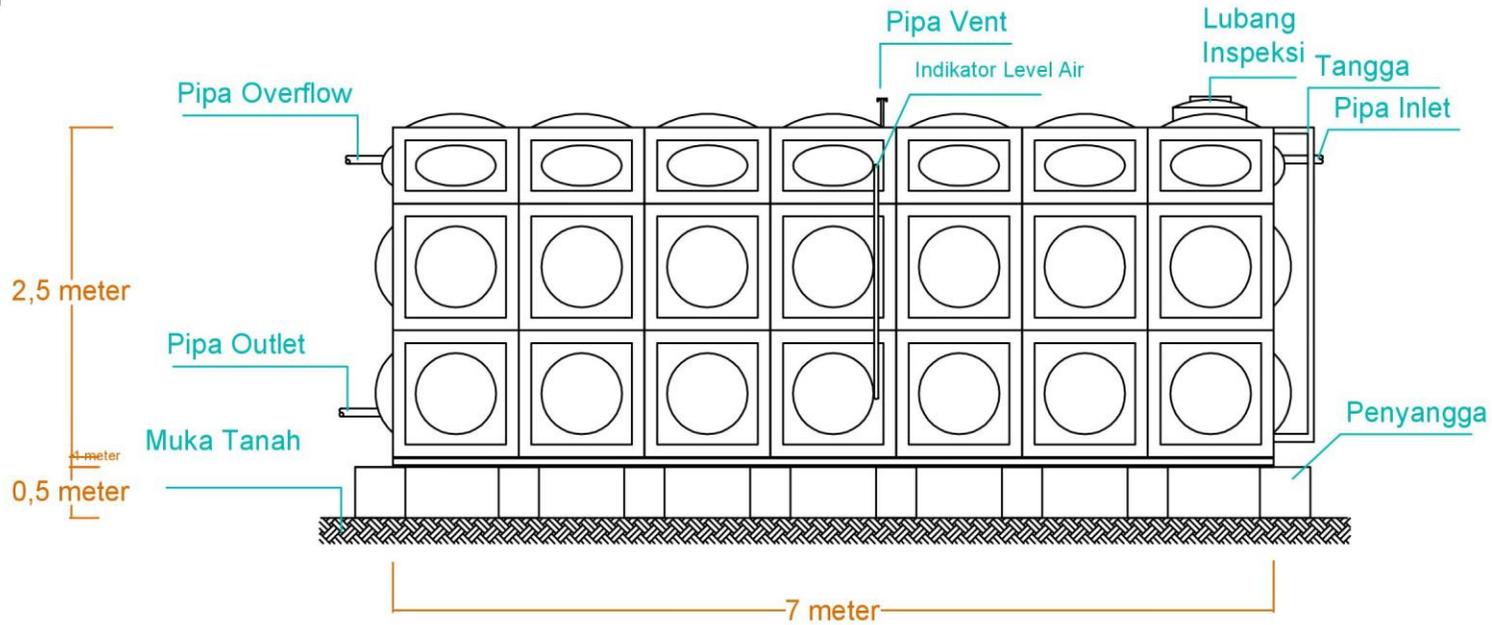
07



Sketsa Reservoir Tampak Atas

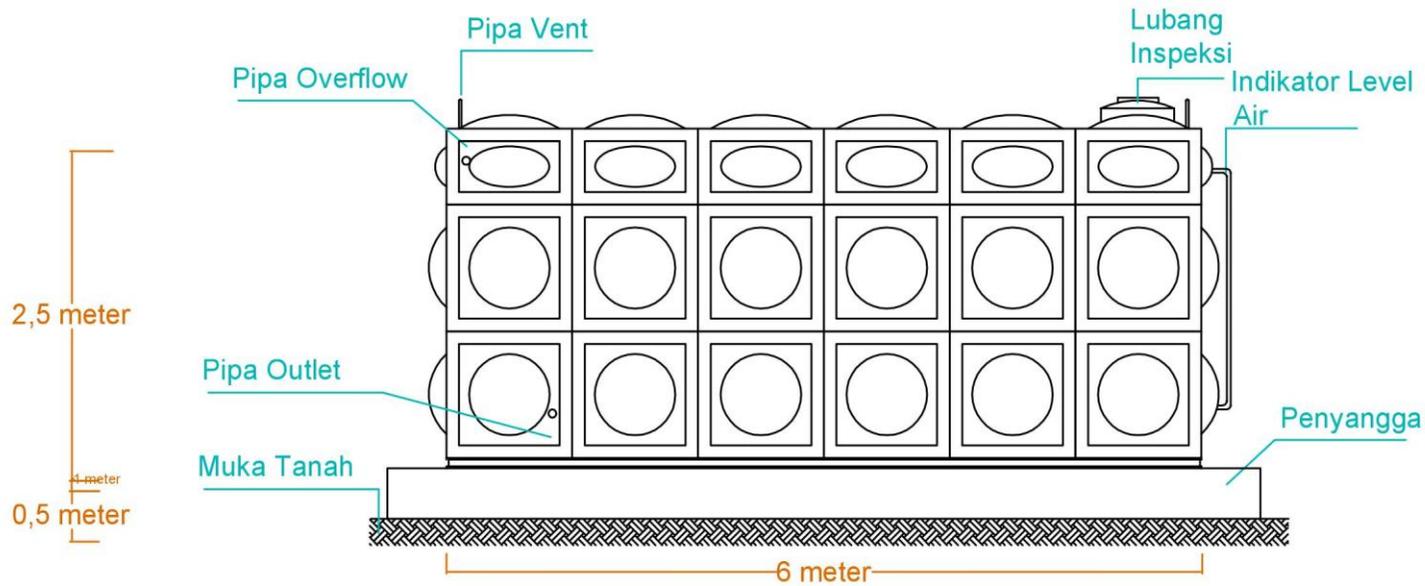
**\*Halaman ini Sengaja Dikosongkan\***

1



Sketsa Reservoir Tampak Depan (A-A)

2



Sketsa Reservoir Tampak Samping (B-B)



Departemen Teknik Lingkungan  
FTSLK - ITS  
2019

**TUGAS AKHIR**

Evaluasi Program Zona Air Minum Prima  
(ZAMP) di Ngagel Tirto Surabaya

**LEGENDA**

 = Muka Tanah

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng  
19650317 199102 1 001

**MAHASISWA**

DEWI ERIANIK  
0321154000037

**JUDUL GAMBAR**

1. Sketsa Reservoir Tampak Depan (A-A)
2. Sketsa Reservoir Tampak Samping (B-B)

**SUMBER**

Dezhou Ruixing Industry And Trade  
Development Co., Ltd.



SKALA	NO. GAMBAR
Tanpa Skala	08

**\*Halaman ini Sengaja Dikosongkan\***

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Kediri, Jawa Timur pada tanggal 17 Mei 1997. Penulis lulus dari SD Negeri 1 Tanjung pada tahun 2009 kemudian melanjutkan pendidikan menengah ke SMP Negeri 1 Ngasem dan lulus pada tahun 2012. Setelah itu, penulis melanjutkan studi ke SMA Negeri 1 Kota Kediri dan lulus pada tahun 2015. Pada tahun yang sama, penulis diterima di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan

Tinggi Negeri (SNMPTN) dengan nomor registrasi pokok (NRP) 03211540000037 .

Selama kuliah, penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) ITS pada Divisi Kesejahteraan Mahasiswa dan pernah menjabat sebagai Kepala Bidang Kebutuhan Dasar. Penulis juga aktif dalam kepanitiaan acara yang diselenggarakan oleh HMTL maupun BEM Fakultas selama tahun 2015-2017. Pada Bulan Juni-Juli 2018, penulis melaksanakan kerja praktek di PT. SIER-PIER Pasuruan dengan topik “Efektivitas Removal COD, BOD dan TSS pada Instalasi Pengolahan Air Limbah PT. SIER-PIER Pasuruan”. Bagi pembaca yang ingin memeberikan kritik, saran dan maupun berdiskusi dapat menghubungi penulis melalui email [erianikdewi@gmail.com](mailto:erianikdewi@gmail.com).

**\*Halaman ini sengaja dikosongkan\***



KTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2018/2019

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR KTA-02  
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing  
Seminar Kemajuan Tugas Akhir

Hari, tanggal : Jumat, 10 Mei 2019  
Pukul : 08.00-09.00  
Lokasi : TL-104  
Judul : Evaluasi Program Zona Air Minum Prima (ZAMP) di Ngagel Tirto Surabaya  
Nama : Dewi Erianik  
NRP. : 0321154000037  
Topik : Penelitian Lapangan

Nilai TOEFL : 517

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Seminar Kemajuan Tugas Akhir
1.	Kehilangan air Flak perlu ditampikan
2.	Tujuan Zamp. $Q = 20 \text{ m}^3/\text{jam}$ , $\bar{v}$ Coli bagaimana ?
3.	Spesifikasi ozon di IPA, sisa dan
4.	Sanalisis dan bukti $\bar{v}$ Coli = nol, bau chlor
5.	Daftar Pustaka
6.	Bambu foto <sup>di</sup> besarkan
7.	kecep. 0.3 m/dt - mengapa ?
8.	Garam ke dalam kantung

27/5 2019  
OK

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir KTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Pengarah dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir
2. Tidak dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir

Dosen Pembimbing  
Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng



**KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : DEWI ERIANIK  
NRP : 03211510000037  
Judul : Evaluasi Program Zona Air Minum Prima (ZAMP)  
di Ngagel Turb, Surabaya

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1.	28 Mar-2015	Karakteristik pelanggan yang dicantumkan jenis kelamin Melanjutkan pembahasan fungsional	
2.	8 April-2015	- Memasukkan rekomendasi instalasi - Di bagian awal ditambahkan metode operasional ZAMP dari air baku sampai distribusi - Ditambah konsumsi per KK beban rumah (kebutuhan air domestik & non domestik)	
3.	2 April 2015	- menghitung Penghematan jika menggunakan air isi ulang kemudian berapa kelemahan tarif dipresentkan - menghitung tekanan menggunakan katrol William	
4.	15 April 2015	- Penambahan dan pengendalian kehilangan air diperbaiki lagi - Tapat perlu ngitung koreksi diameter pipa karena ukuran pipa terlalu kecil dan fluida yg dialirkan adalah air minum (lebihannya hampir tidak ada)	
5.	25 April 2015	- Kesimpulan diperbaiki lagi - langsung angkanya saja atau persen (jangan general)	
6.	19 Juni 2015	- Membahas kenapa bisa terdapat jarak tsb bisa mengalami penurunan (ditambahkan sumbernya juga) - Masalah reservoir lebih baik ditambahkan gambar - Dikaitkan antara tingkat pendidikan dan pekerjaan	
7.	26 Juni 2015	- Asistensi BAB 3 - Keselamatan - Saran	
8.	27 Juni 2015	- Asistensi reservoir & Abstract	

Surabaya, 29 APRIL 2015.  
Dosen Pembimbing

Ir. Bawo Djoko Marsono, M.Eng



UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR  
 Periode: Genap 2018-2019

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)  
 No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-02  
 Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing  
 Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Rabu, 17 Juli 2019  
 Pukul : 13.00-15.00 WIB  
 Lokasi : TL-102  
 Judul : Evaluasi Program Zona Air Minum Prima (ZAMP) di Ngagel Tirto Surabaya

Nilai TOEFL 517

Nama : Dewi Erianik  
 NRP. : 0321154000037  
 Topik : Penelitian Lapangan

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
irwan 1.	Peta dilengkapi koordinat batas wilayah tersebut
2.	Kapasitas produksi selalu naik.
3.	Kapasitas & kualitas
4.	Outdoser dibasahi waktu
5.	Perhitungan volume Reservoir + pers. Estirak mati
wah 1.	Penjelasan yg 72 & berumur
2.	Sisa chlor how ada?
3.	Sisa <sup>ZAMP</sup> dari instalasi
edy 1.	Sisa chlor mengapa turun.
2.	Seandainya berhasil bagaimana mereplikasi.
3.	Sisa

OK 23/7 2019

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana  
 Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing  
 Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Lulus Ujian Tugas Akhir
2. harus mengulang Ujian Tugas Akhir semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengganti Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Dosen Pembimbing

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng



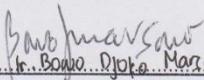
## FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : DEWI ERIANIK  
NRP : 03211540000037  
Judul Tugas Akhir : EVALUASI PROGRAM ZONA AIR MINUM PRIMA (ZAMP)  
DI NGAGEL TIRTO SURABAYA

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1.	Gambar lokasi studi diberi batas dan koordinat	Sudah diperbaiki (Lampiran)
2.	Kapasitas produksi meningkat → berdampak pada kualitas produksi	Sudah diperbaiki (halaman 74-75)
3.	Hitung volume reservoir dengan beberapa kemungkinan (pemakaian air minimum dan maksimum)	Sudah diperbaiki (halaman 87-89)
4.	Buat grafik perbandingan hasil pengukuran tekanan di lapangan dengan hasil analisis jaringan dengan water A/B	Sudah diperbaiki (halaman 104-105)
5.	Pembahasan pemakaian air minum pelanggan akibat floor tinggi, saran dan ulasan	Sudah diperbaiki (halaman 145)
6.	Pencana PDAM ke depannya ZAMP? Saran: lebih baik unit ZAMP dipindah ke Benowo	Sudah diperbaiki (halaman 145)
7.	Pembahasan Gambar 5-20 bal(20) Penurunan floor di jaringan distribusi diperjelas lagi	Sudah diperbaiki (halaman 118-119)
8.	Tabel kopling dikiri judul lagi	Sudah diperbaiki
9.	Perbedaan Gambar 3.7, 3.6 dan 3.8	Sudah dijelaskan (di halaman 44)
10.	Pembahasan turunnya kadar Cl <sub>2</sub> per satuan jarak karena apa?	Sudah dijelaskan (di halaman 119-120)

Dosen Pembimbing,

Mahasiswa Ybs.,

  
.....  
Bowo Djoko Marsano M.Eng

  
.....  
DEWI ERIANIK



**FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

Nama : DEWI ERIANIK  
NRP : 0321154000037  
Judul Tugas Akhir : EVALUASI PROGRAM ZONA AIR MINUM PRIMA (ZAMP)  
DI NGAGEL TIRTO SURABAYA

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
11.	Kalau tidak ukurnya sisa klor, Perlu dibahas perbedaan kualitas tanpa mikrofilter dan ultrafilter	Sudah dijelaskan (di halaman 120)
12.	Kontrol kualitas air siap minum	Sudah diperbaiki (halaman 151 dan saran halaman 160)
13.	Bagaimana cara menduplikasi Program ZAMP ini apabila ada Perlu perluasan pelayanan	Sudah dijelaskan di setiap sub bab dan saran (halaman 160)
14.	Perbandingan penurunan sisa klor Per sakel jarak dengan penelitian lain (tambahkan literatur)	Sudah diperbaiki (halaman 118-120)

Dosen Pembimbing,

Ir. Bono Djoko Marsano, M.Eng.

Mahasiswa Ybs.,

DEWI ERIANIK

