



TUGAS AKHIR - RE 184804

STUDI KEHILANGAN AIR KOMERSIAL (STUDI KASUS: PDAM MAJA TIRTA KOTA MOJOKERTO)

IKA ROICHATUL JANNAH
0321164000066

Dosen Pembimbing
Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020



TUGAS AKHIR - RE 184804

**STUDI KEHILANGAN AIR KOMERSIAL
(STUDI KASUS: PDAM MAJA TIRTA KOTA
MOJOKERTO)**

IKA ROICHATUL JANNAH
0321164000066

Dosen Pembimbing
Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020



FINAL PROJECT - RE 184804

**STUDY OF APPARENT LOSSES ON WATER
LOSSES
(STUDY CASE: PDAM MAJA TIRTA KOTA
MOJOKERTO)**

**IKA ROICHATUL JANNAH
0321164000066**

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

**DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil, Planning, and Geo-Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020**

HALAMAN PENGESAHAN

**STUDI KEHILANGAN AIR KOMERSIAL
(STUDI KASUS: PDAM MAJA TIRTA KOTA MOJOKERTO)**

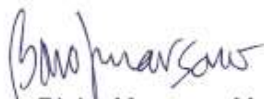
TUGAS AKHIR

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

Oleh:

IKA ROICHATUL JANNAH
NRP. 0321164000066

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir



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

SURABAYA
AGUSTUS, 2020



"Halaman ini sengaja dikosongkan"

STUDI KEHILANGAN AIR KOMERSIAL (STUDI KASUS: PDAM MAJA TIRTA KOTA MOJOKERTO)

Nama Mahasiswa : Ika Roichatul Jannah
NRP : 0321164000066
Departemen : Teknik Lingkungan
Pembimbing : Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.

ABSTRAK

Kehilangan air merupakan permasalahan yang sering terjadi di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) termasuk pada PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto yang memiliki tingkat kehilangan air pada tahun 2019 mencapai 46,51%. Terjadinya kehilangan air menyebabkan kerugian bagi PDAM maupun pelanggan karena air yang hilang menjadi tidak memiliki nilai guna. Meter air pada sambungan air pelanggan yang sudah terpasang lama dan tidak pernah dilakukan kalibrasi atau tera ulang berpotensi mengalami penurunan keakuratan sehingga menyebabkan terjadinya kehilangan air komersial. Jika hal itu terjadi pada meter pelanggan dengan jumlah yang banyak dan dalam waktu yang lama maka kerugian yang dihasilkan juga menjadi sangat besar. Oleh karena itu maksud dan tujuan yang ingin dicapai dari penyusunan tugas akhir ini adalah mengetahui besarnya kehilangan air komersial di PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto yang disebabkan oleh meter air yang sudah tidak akurat lagi sehingga dapat diketahui cara yang tepat agar kehilangan air komersial di PDAM Maja Tirta dapat diturunkan.

Penyusunan tugas akhir ini dimulai dengan melakukan studi literatur mengenai kehilangan air. Kemudian dilakukan pengumpulan data sekunder dari PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto yang berupa peta pelayanan, data jumlah dan alamat pelanggan, volume input air yang masuk dalam sistem distribusi, volume output sistem berupa jumlah air yang terjual dan air konsumsi resmi tak berekening, dan tarif atau harga air. Dari data sekunder tersebut dapat dilakukan analisis untuk menentukan jumlah dan lokasi pengambilan sampel dengan metode yang telah dijelaskan

pada SNI 05-0666 tahun 1997. Data primer yang diambil berupa pengukuran keakuratan meter air pelanggan. Alat yang digunakan berupa tera meter air sederhana yang berisi meter air. Alat tersebut digunakan sebagai acuan untuk membandingkan pengukuran volume air oleh meter pelanggan. Data yang diperoleh kemudian diolah sehingga dapat disusun menjadi neraca air dengan menggunakan *software* WB-EasyCalc. Dari neraca air tersebut dapat diketahui nilai kerugian akibat kehilangan air komersial sehingga dapat ditentukan cara penurunan yang tepat.

Dari hasil penelitian didapatkan tingkat kehilangan air komersial akibat akurasi meter air sebesar 8,52% dari volume input sistem (total air yang terdistribusi) atau sebesar 148.160,42 m³ pada tahun 2019. Pada hasil perhitungan neraca air secara manual dan dengan *software* WB-EasyCalc terdapat perbedaan sebesar 3,38% pada kehilangan air komersial dan kehilangan air fisik. Pengendalian kehilangan air komersial dapat dilakukan dengan melakukan tera meter air pelanggan secara berkala, penggantian meter air yang rusak/menggangu pembacaan, dan melakukan pemasangan meter induk. Selain itu diperlukan pengendalian kehilangan air fisik agar target kehilangan air nasional dapat tercapai.

Kata Kunci: *kehilangan air, komersial, neraca air, PDAM, tera meter*

STUDY OF APPARENT LOSSES ON WATER LOSSES (STUDY CASE: PDAM MAJA TIRTA KOTA MOJOKERTO)

Nama Mahasiswa : Ika Roichatul Jannah
NRP : 03211640000066
Departemen : Teknik Lingkungan
Pembimbing : Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.

ABSTRACT

Water losses is a problem that often occurs in PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) including PDAM Maja Tirta, Mojokerto City, which has a water losses rate in 2019 reaching 46,51%. The loss of water causes losses for both PDAMs and customers because the lost water are useless. Water meters at customer connections that have been installed for a long time and have never been calibrated have the possibility to decrease in accuracy, causing commercial water losses. If it happens to many customer meters and over a long period of time, the resulting losses will also be very large. Therefore the purpose and objectives to be achieved from this final project is to find out the amount of commercial water losses in PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto caused by water meters that are no longer accurate so that it can be known the right way to decrease the commercial water losses in the PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto.

This final project starts with a literature study about water losses. Then collected secondary data from PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto in the form of service maps, data on the number and address of customers, the volume of water input that enters the distribution system, the system output volume in the form of total sold water and unofficial consumption water, and tariffs or prices water. From the secondary data, an analysis can be done to determine the number and location of sampling using the method described in SNI 05-0666 of 1997. The primary data that will be take is the accuracy of the customer's water meter measurements. The tool used is a simple instrument that contains a water meter.

The instrument is used as a reference to compare water volume measurements by customer meters. The data obtained is then processed so that it can be compiled into a water balance using the WB-EasyCalc software. From the water balance we can know the value of losses due to commercial water losses so that an appropriate reduction can be determined.

From the results of the study, the level of commercial water loss due to the accuracy of the water meter was 8,52% from input system volume (total distributed water) or 148,160.42 m³ in 2019. In the calculation results of the water balance manually and with the WB-EasyCalc software there is a difference of 3.38% in commercial water losses and physical water losses. Control of commercial water loss can be done by periodically measuring the customer's water meter, replacing damaged water meter / disturbing to read, and adding input system water meter. In addition, physical water loss control is needed so that the national water loss target can be achieved.

Keywords: *water losses, commercial, water balance, PDAM, meter calibration*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta anugerah-Nya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Studi Kehilangan Air Komersial (Studi Kasus: PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto)”. Tidak lupa terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng. selaku dosen pembimbing yang telah dengan sabar membimbing hingga tugas akhir ini selesai.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu mendukung selama pengerjaan tugas akhir ini.
3. Semua dosen pengarah yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun.
4. Seluruh karyawan dan karyawan PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto yang bersedia membantu.
5. Teman-teman yang selalu memberi semangat dan dukungan selama pengerjaan tugas akhir ini.
6. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak terdapat kesalahan serta kekurangan di dalamnya. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik serta saran dari pembaca. Demikian, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat. Terima kasih.

Mojokerto, Juli 2020

Penulis

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Ruang Lingkup	2
1.5. Manfaat.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Gambaran Umum PDAM Maja Tirta	5
2.2. Peta Pelayanan PDAM Maja Tirta.....	6
2.3. Volume Input Sistem PDAM Maja Tirta.....	8
2.4. Volume Output Sistem PDAM Maja Tirta	8
2.5. Jumlah Air Terjual PDAM Maja Tirta	12
2.6. Jumlah Pelanggan PDAM Maja Tirta	12
2.7. Tarif Harga Air PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto	13
2.8. Tingkat Kehilangan Air PDAM Maja Tirta	16
2.9. Kebutuhan Air	17
2.10. Sistem Distribusi	17
2.11. Definisi Kehilangan Air	18
2.11.1. Kehilangan Air Fisik.....	20
2.11.2. Kehilangan Air Non-Fisik (Komersial)	21
2.12. Cara Pengendalian Kehilangan Air Komersial	22
2.13. Meter Air	23
2.14. Kalibrasi atau Tera Ulang Meter Air	24
2.15. <i>Water Balance</i> (Neraca Air).....	25
2.16. WB-EasyCalc.....	31
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	33
3.1. Umum	33
3.2. Kerangka Penelitian	33
3.2.1. Judul Tugas Akhir.....	36

3.2.2.	Rumusan Masalah	36
3.2.3.	Tujuan	36
3.2.4.	Perizinan	36
3.2.5.	Tinjauan Pustaka	36
3.5.6.	Pengumpulan Data	37
3.5.7.	Pengolahan Data	44
3.5.8.	Penyusunan Neraca Air	44
3.5.9.	Analisa Kerugian	44
3.5.10.	Analisa Cara Penurunan Kehilangan Air Komersial	44
3.5.11.	Kesimpulan dan Saran	45
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		47
4.1.	Kehilangan Air Komersial	47
4.1.1.	Kehilangan Air Komersial Akibat Meter Air	47
4.1.2.	Kehilangan Air Komersial Akibat Pencurian Air dan Penanganan Data	51
4.2.	Neraca Air	52
4.2.1.	Volume Input Sistem	52
4.2.2.	Konsumsi Resmi	53
4.2.3.	<i>Non-Revenue Water</i> (NRW)	58
4.2.4.	Kehilangan Air	58
4.2.5.	Kehilangan Air Komersial	59
4.2.6.	Kehilangan Air Fisik	59
4.2.7.	Rata Rata Tarif Harga Air	60
4.2.8.	Hasil Neraca Air	62
4.2.9.	Neraca Air WB-EasyCalc	63
4.3.	Cara Pengendalian Kehilangan Air Komersial	70
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		73
5.1.	Kesimpulan	73
5.2.	Saran	73
DAFTAR PUSTAKA		75
LAMPIRAN		79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Lokasi Kantor PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto	5
Gambar 2.2	Lokasi IPA PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto	6
Gambar 2.3	Peta Jaringan Perpipaan PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto	7
Gambar 2.4	WB-EasyCalc Versi 6.0	32
Gambar 3.1	Kerangka Penelitian	35
Gambar 3.2	Alat Tera Meter	43
Gambar 4.1	Realisasi Pengambilan Sampel Domestik	48
Gambar 4.2	Realisasi Pengambilan Sampel Non Domestik	48
Gambar 4.3	Realisasi Pengambilan Sampel	49
Gambar 4.4	Neraca Air PDAM Maja Tirta Tahun 2019	62
Gambar 4.5	Neraca Air PDAM Maja Tirta 2019	63
Gambar 4.6	Volume Input Sistem WB-EasyCalc	64
Gambar 4.7	Konsumsi Berekening WB-EasyCalc	65
Gambar 4.8	Konsumsi Tak Berekening WB-EasyCalc	65
Gambar 4.9	Konsumsi Tak Resmi WB-EasyCalc	66
Gambar 4.10	Keakuratan Meter dan Penanganan Data WB-EasyCalc (1)	67
Gambar 4.11	Keakuratan Meter dan Penanganan Data WB-EasyCalc (2)	67
Gambar 4.12	Informasi Keuangan WB-EasyCalc	68
Gambar 4.13	Neraca Air WB-EasyCalc	69

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Volume Input Sistem PDAM Maja Tirta.....	8
Tabel 2.2 Data <i>Wash Out</i> PDAM Maja Tirta	9
Tabel 2.3 Pengiriman Tangki Air PDAM Maja Tirta Tahun 2019	11
Tabel 2.4 Jumlah Air Terjual Tahun 2019	12
Tabel 2.5 Jumlah Pelanggan PDAM Maja Tirta tahun 2019	13
Tabel 2.6 Kategori Pelanggan PDAM Maja Tirta	13
Tabel 2.7 Tarif Harga Air PDAM Maja Tirta Tahun 2019	15
Tabel 2.8 Data Kehilangan Air PDAM Maja Tirta 2019.....	17
Tabel 2.9 Besar Kesalahan Maksimal Meter Air	24
Tabel 2.10 Jumlah Sampel Meter Air	25
Tabel 2.11 Komponen Neraca Air menurut <i>IWA</i>	26
Tabel 2.12 Tingkat Akurasi Alat Ukur.....	31
Tabel 3.1 Pengambilan Sampel Meter Air.....	38
Tabel 3.2 Penentuan Jenis Kebutuhan Air.....	38
Tabel 3.3 Penentuan Jumlah Sampel	39
Tabel 3.5 Jadwal Pompa Distribusi	41
Tabel 3.7 Jumlah dan Waktu Pengambilan Sampel	42
Tabel 4.1 Hasil Rekapitulasi Penyimpangan Meter Air	50
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan KAK	51
Tabel 4.3 Hasil Pencarian SR Pemakaian 0 m ³	51
Tabel 4.4 Volume Input Sistem	53
Tabel 4.5 Volume Kosumsi Resmi Berekening Bermeter	54
Tabel 4.6 Volume Konsumsi Resmi Berekening Tak Bermeter ..	55
Tabel 4.7 Volume Konsumsi Resmi Berekening	56
Tabel 4.8 Data <i>Wash Out</i> Tahun 2019.....	57
Tabel 4.9 Volume NRW	58
Tabel 4.10 Volume Kehilangan Air	59
Tabel 4.11 Volume Kehilangan Air Komersial.....	59
Tabel 4.12 Volume Kehilangan Air Fisik	60
Tabel 4.13 Kehilangan Air Dalam Rupiah	61
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan <i>Margin Error</i>	64
Tabel 4.15 Pengendalian Kehilangan Air Komersial.....	72

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) merupakan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) yang memiliki dua fungsi yaitu fungsi sosial dan fungsi ekonomi. Fungsi sosial PDAM adalah untuk memenuhi kebutuhan air minum masyarakat. Sedangkan fungsi ekonomi PDAM adalah sebagai salah satu sumber pendapatan asli daerah (PAD) (Peraturan Daerah Kota Mojokerto, 2017). Dalam menjalankan fungsi-fungsinya terdapat berbagai permasalahan yang terjadi, salah satu masalah yang sering terjadi adalah kehilangan air (Puspitasari and Purnomo, 2017). Kehilangan air pada PDAM atau Air Tak Berekening (*Non Revenue Water*) adalah air hasil produksi PDAM yang tidak mendatangkan pendapatan sehingga menyebabkan kerugian (Syahputra, 2011).

Tingkat kehilangan air di Indonesia masih cukup tinggi dengan rata-rata sebesar 37% dan bahkan di beberapa PDAM angka kehilangan air mencapai 70% (Imsawan and Sembiring, 2014). Pada PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto tingkat kehilangan air pada tahun 2019 mencapai 46,90% (PDAM Maja Tirta, 2019). Hal ini dapat mengakibatkan kerugian bagi PDAM karena air yang hilang akan mengurangi pendapatan PDAM Maja Tirta (DPSPAM, 2017).

Kehilangan air terdiri dari kehilangan fisik (*real losses*) dan komersial (*apparent losses*). Kehilangan air dapat terjadi pada beberapa titik sistem penyediaan air minum termasuk Instalasi Pengolahan Air (IPA), jaringan utama, reservoir, meter air, dan sistem pembayaran (Muhammetoğlu dkk., 2018). Berbeda dengan kebocoran atau meluapnya reservoir, pada kehilangan air komersial air yang hilang tidak terlihat sehingga banyak perusahaan penyedia air minum lebih memilih menangani kehilangan air fisik. Padahal dengan sedikit kehilangan air komersial akan memberikan dampak finansial yang besar, selain itu penanganannya dapat dilakukan dengan mudah dan efektif (Farley dkk., 2008). Salah satu cara untuk melakukan pengecekan kehilangan air adalah menggunakan *water balance* atau neraca air. Neraca air adalah alat untuk menghitung kehilangan air yang berfungsi untuk melakukan pengecekan dan kontrol pada tiga titik

utama yang menjadi indikator sehat tidaknya sistem penyediaan air minum, yaitu: input sistem, konsumsi, dan kehilangan air (Syahputra, 2011). Sehingga pada tugas akhir ini dilakukan studi mengenai kehilangan air komersial di PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto untuk mengetahui besarnya kehilangan air komersial yang terjadi dan cara untuk menurunkannya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang di atas dapat disimpulkan rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa kehilangan air komersial di PDAM Maja Tirta?
2. Bagaimana perhitungan neraca air PDAM Maja Tirta?
3. Bagaimana cara agar kehilangan air komersial di PDAM Maja Tirta dapat diturunkan?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung kehilangan air komersial di PDAM Maja Tirta
2. Menyusun *water balance* atau neraca air di PDAM Maja Tirta.
3. Menentukan cara penurunan kehilangan air komersial di PDAM Maja Tirta.

1.4. Ruang Lingkup

Ruang lingkup bahasan yang dikaji dalam penelitian ini adalah:

1. Lokasi penelitian adalah PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto.
2. Masalah yang dikaji adalah kehilangan air komersial.
3. Metode yang digunakan untuk mengetahui kehilangan air komersial pada PDAM Maja Tirta adalah neraca air.
4. Data primer berupa keakuratan meter pelanggan.
5. Data sekunder berupa data pelanggan, volume input sistem, volume output sistem, penjualan air, dan tarif/harga air.

1.5. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menambah pengetahuan tentang kehilangan air komersial di PDAM dengan metode neraca air, cara menentukan besar kehilangan air komersial, dan kerugian yang ditanggung akibat kehilangan air komersial.
2. Mengurangi kehilangan air komersial pada PDAM.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gambaran Umum PDAM Maja Tirta

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Maja Tirta Kota Mojokerto merupakan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) yang berbentuk perusahaan umum daerah yang bergerak di bidang usaha jasa layanan penyediaan air minum di Kota Mojokerto (Peraturan Daerah Kota Mojokerto, 2017). Lokasi kantor PDAM berada di Jalan Pahlawan No. 40, Kecamatan Kranggan, Kota Mojokerto. Sedangkan lokasi Instalasi Pengolah Air (IPA) berada di Jalan Mayjen Sungkono, Kecamatan Magersari, Kota Mojokerto. Kapasitas produksi IPA PDAM Maja Tirta mencapai 110 L/detik dan kapasitas distribusi mencapai 70 – 80 L/detik (PDAM Maja Tirta, 2019). Sumber air baku yang digunakan IPA adalah air Sungai Brantas. Wilayah pelayanan PDAM Maja Tirta di Kota Mojokerto mencakup tiga Kecamatan yaitu: Kecamatan Kranggan, Kecamatan Magersari, dan Kecamatan Prajurit Kulon dan sebagian wilayah kabupaten pada Kecamatan Puri dengan Panjang total jaringan pipa mencapai 235.484 m (PDAM Maja Tirta, 2020).



Sumber: Google Maps, 2019

Gambar 2.1 Lokasi Kantor PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto



Sumber: Google Maps, 2019

Gambar 2.2 Lokasi IPA PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto

2.2. Peta Pelayanan PDAM Maja Tirta

PDAM Maja Tirta melayani seluruh wilayah Kota Mojokerto dan sebagian kecil wilayah Kabupaten Mojokerto. Wilayah Kota Mojokerto terdiri dari Kecamatan Magersari, Kecamatan Kranggan, dan Kecamatan Prajuritkulon. Sedangkan wilayah Kabupaten Mojokerto yang dilayani hanya Kecamatan Kenanten. Semua air yang terdistribusi pada jaringan perpipaan PDAM Maja Tirta diproduksi di IPA Wates. Air didistribusikan dengan pompa yang berada di IPA Wates ke seluruh area pelayanan. Peta pelayanan PDAM Maja Tirta dapat dilihat pada **Gambar 2.3** dan Lampiran A.

2.3. Volume Input Sistem PDAM Maja Tirta

Volume input sistem PDAM Maja Tirta didapatkan dari data perpompaan IPA Wates selama 1 tahun karena meter air bangunan intake dan pipa distribusi rusak. Kehilangan air yang terjadi di PDAM Maja Tirta mengalami kenaikan dan penurunan pada tahun 2019. Rata – rata kehilangan air yang terjadi adalah 46,90%. Data volume air yang diproduksi IPA Wates pada tahun 2019 ditunjukkan pada **Tabel 2.1** dengan rincian data pada Lampiran B bagian B.1.

Tabel 2.1 Volume Input Sistem PDAM Maja Tirta

Bulan	Produksi (m ³)	Distribusi (m ³)	Terjual (m ³)	Kebocoran air (m ³)	%
Januari	216.108	147.481	78.745	68.736	46,61
Pebruari	188.568	146.916	78.210	68.706	46,77
Maret	212.868	134.798	72.053	62.745	46,55
April	202.824	143.899	76.713	67.186	46,69
Mei	220.320	143.597	75.226	68.371	47,61
Juni	208.332	156.960	83.063	73.897	47,08
Juli	219.024	145.350	76.514	68.836	47,36
Agustus	219.348	146.113	76.629	69.484	47,56
September	210.924	144.580	76.288	68.292	47,23
Oktober	208.332	142.042	74.326	67.716	47,67
Nopember	195.696	151.452	81.560	69.892	46,15
Desember	189.108	136.426	74.330	62.096	45,52
Rata - rata	207.621	144.968	76.971	68,00	46,90

Sumber : PDAM Maja Tirta, 2019

2.4. Volume Output Sistem PDAM Maja Tirta

Air yang keluar dari sistem jaringan PDAM Maja Tirta selain untuk memenuhi kebutuhan pelanggan juga digunakan untuk perawatan jaringan dengan melakukan *wash out* yang ditunjukkan pada **Tabel 2.2**. Selain itu air yang keluar dari jaringan

PDAM digunakan untuk melayani pengiriman air dengan tangki air. Data pengiriman tangki air ditunjukkan pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.2 Data Wash Out PDAM Maja Tirta

No.	Lokasi Wash Out	Diameter (inci)	Waktu (menit)	Tekanan (bar)
1	GP. Meri Blok B	3	172	0,5
2	GP. Meri Blok D	2	220	0,5
3	GP. Meri Blok E	2	130	0,5
4	Meri By Pass	2	190	0,7
5	Jl. Raya Kuwung	2	20	0,7
6	Jl. Madura	2	265	0,3
7	Jl. Lombok	2	0	0,3
8	Perum Wikarsa Blok H	2	260	0,05
9	Jl. Jayarajasa	3	25	0,1
10	Gedongan IV	2	30	0,45
11	Gedongan IX	2	0	0,45
12	Suronatan I	2	50	0,7
13	Jl. Duku	2	78	0,55
14	Jl. Rambutan	2	130	0,4
15	Jl. Anggur	2	0	0,45
16	Jl. Nangka	2	140	0,5
17	Jl. Suromulang Dalam V	2	220	0,16
18	Jl. Suromulang Barat IX	2	460	0,16
19	Jl. Suromurukan Gg. VIII	2	80	0,16
20	GP. Ijen Blok B	2	185	0,8
21	Jl. Raya Ijen	3	162	0,7
22	Jl. Wilis Raya, Kav. B	2	185	0,2
23	Jl. Rajekwesi V	2	205	0,8
24	Jl. Penanggungan Raya	2	192	0,4

No.	Lokasi Wash Out	Diameter (inci)	Waktu (menit)	Tekanan (bar)
25	Jl. Raung II	2	250	0,8
26	Jl. Argopuro Raya	2	180	0,8
27	Jl. Argopuro Gg. II	2	315	0,8
28	Jl. Muria VI	2	45	0,8
29	Jl. Takuban Perahu VII	2	130	0,8
30	Jl. Malabar VII	2	150	0,8
31	Jl. Welirang I	2	90	0,8
32	Jl. Panderman Raya	2	210	0,3
33	Jl. Batok II	2	255	0,2
34	Jl. Tengger III	2	70	0,8
35	Jl. Pendidikan VI/1	2	95	0,5
36	Jl. Pendidikan VI/2	2	75	0,5
37	Jl. Raya Watudakon	3	190	0,5
38	Gg. Mushola Watudakon A	2	20	0,5
39	Gg. Mushola Watudakon B	2	10	0,5
40	Jl. Pulorejo V	3	0	0,5
41	Jl. Pulorejo II	3	65	0,5
42	Jl. Pulowetan A	2	65	0,5
43	Jl. Pulowetan B	2	75	0,5
44	Jl. Pulowetan C	2	65	0,5
45	Jl. Pulowetan D	2	95	0,5
46	Jl. Balongkrai	3	190	0,5
47	Jl. Cancer Pulorejo	3	120	0,5
48	Jl. Cancer Jembatan	3	0	0,5
49	Jl. The Suam Blok K	2	105	0,1
50	Jl. The Suam Blok M	2	40	0,1
51	Jl. The Suam Blok R	2	60	0,1

No.	Lokasi Wash Out	Diameter (inci)	Waktu (menit)	Tekanan (bar)
52	Jl. Margosari I / Karanglo	2	190	0,9
53	Jl. Kedungkwali VII	2	40	0,1
54	Jl. Miji Baru III	2	0	0,45
55	Jl. Kauman III	2	40	0,2
56	Jl. Balongsari / Empunala	2	60	0,7
57	Jl. Balongsari Gg. VII	2	135	0,7
58	Aspol Blok E	2	100	0,5
59	Jl. Perum Royal Regency	2	85	0,4
60	Jl. Pemuda	3	170	0,3
61	Balongrawe Baru	2	65	0,5
62	Gg. Janur Sekar Putih	2	45	0,2
63	Suronatan Baru	2	0	0,7

Tabel 2.3 Pengiriman Tangki Air PDAM Maja Tirta Tahun 2019

Bulan	Volume (m ³)	Pendapatan
Januari	65	Rp 3.250.000,00
Februari	55	Rp 2.750.000,00
Maret	65	Rp 3.250.000,00
April	60	Rp 3.000.000,00
Mei	70	Rp 3.500.000,00
Juni	45	Rp 2.250.000,00
Juli	60	Rp 3.000.000,00
Agustus	65	Rp 3.250.000,00
September	60	Rp 3.000.000,00
Oktober	60	Rp 3.000.000,00
November	60	Rp 3.000.000,00
Desember	60	Rp 3.000.000,00

Bulan	Volume (m ³)	Pendapatan
Jumlah	725	Rp 36.250.000,00

Sumber: PDAM Maja Tirta, 2019

2.5. Jumlah Air Terjual PDAM Maja Tirta

Data air terjual merupakan data air yang tercatat pada meter air pelanggan dan dibayar setiap bulannya. Volume air yang terjual mengalami peningkatan dan penurunan pada tahun 2019 dengan penjualan tertinggi pada bulan Juni. Data volume air yang terjual pada tahun 2019 ditunjukkan pada **Tabel 2.4** dengan rincian pada Lampiran B bagian B.3.

Tabel 2.4 Jumlah Air Terjual Tahun 2019

Bulan	Volume (m ³)	Pendapatan
Januari	78.745	Rp 276.667.280,00
Pebruari	78.210	Rp 284.891.000,00
Maret	72.053	Rp 265.571.160,00
April	76.713	Rp 284.074.640,00
Mei	75.226	Rp 284.938.130,00
Juni	83.063	Rp 305.013.380,00
Juli	76.514	Rp 465.283.615,00
Agustus	76.629	Rp 288.827.670,00
September	76.288	Rp 286.105.870,00
Oktober	74.326	Rp 285.146.670,00
Nopember	81.560	Rp 309.136.845,00
Desember	74.330	Rp 288.142.495,00

Sumber: PDAM Maja Tirta, 2019

2.6. Jumlah Pelanggan PDAM Maja Tirta

PDAM Maja Tirta membagi pelanggan menjadi 10 golongan. Golongan-golongan tersebut yaitu: niaga kecil, niaga besar, industri kecil, industri besar, rumah tangga A, rumah tangga

B, instansi pemerintah, tangki, sosial umum, dan sosial khusus. Jumlah pelanggan pada masing-masing kategori ditunjukkan pada **Tabel 2.5**.

Tabel 2.5 Jumlah Pelanggan PDAM Maja Tirta tahun 2019

Golongan	Jumlah Pelanggan				Jumlah
	Kec. Kranggan	Kec. Magersari	Kec. Prajuritkulon	Kec. Puri	
Niaga Kecil	34	24	45	0	103
Niaga Besar	5	6	9	0	20
Industri Kecil	0	0	0	0	0
Industri Besar	1	1	0	0	2
Rumah Tangga A	190	916	661	0	1767
Rumah Tangga B	573	2318	290	47	3228
Instansi Pemerintah	9	26	9	0	44
Tangki	0	1	0	0	1
Sosial Umum	1	3	0	0	4
Sosial Khusus	2	8	2	0	12

Sumber: PDAM Maja Tirta, 2019

2.7. Tarif Harga Air PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto

Tarif harga air pada PDAM Maja Tirta digolongkan menjadi 10 golongan. Golongan-golongan tersebut yaitu: niaga kecil, niaga besar, industri kecil, industri besar, rumah tangga A, rumah tangga B, instansi pemerintah, tangki, sosial umum, dan sosial khusus. Kategori setiap golongan dan tarif harga air ditunjukkan pada **Tabel 2.6** dan **Tabel 2.7**.

Tabel 2.6 Kategori Pelanggan PDAM Maja Tirta

Kode	Golongan	Kategori
NA-V	Niaga Kecil	a. Kantor Swasta Kecil/Notaris/Praktek Dokter
		b. Bengkel Servis Sepeda Motor

Kode	Golongan	Kategori
		c. Cuci Kendaraan Bermotor
		d. Kedai/Depot/Warung
		e. Usaha Rumahan (Laundry, Pembuatan Roti)
		f. Salon dengan pegawai lebih dari 2 orang
		g. Apotek
		h. Tempat Kursus
		i. Ruko
		j. Rumah Dinas Swasta/BUMN/Propensi/Pusat
		k. Mini Market
NA-VI	Niaga Besar	a. Hotel berbintang 3 - 5
		b. Mall, Supermarket Besar
		c. Kantor Bank
		d. Pergudangan
		e. Rumah Sakit Swasta
NI-VII	Industri Kecil	Industri UMKM dengan jumlah karyawan dan kapasitas produksi kecil
NI-VIII	Industri Besar	a. Industri Tekstil
		b. Industri Rokok
		c. Industri Sepatu
		d. Industri Pakan Ternak
NN-III A	Rumah Tangga A	a. Bangunan rumah sederhana
		b. Rumah masih belum mengalami perubahan bentuk bangunan
		c. Luas bangunan rumah ≤ 26 m ²
		d. Lebar jalan ≤ 2 m
		e. PLN ≤ 900 Watt

Kode	Golongan	Kategori
NN-III B	Rumah Tangga B	Rumah Tangga dengan kategori selain Rumah Tangga A
NN-IV	Instansi Pemerintah	a. Sekolah Menengah Atas
		b. Sarana Instansi Pemerintah / Rumah Dinas yang dibayar Pemerintah
		c. Kantor Kecamatan
		d. Kantor Organisasi Perangkat Daerah / Dinas / UPT
		e. Puskesmas
		f. Pasar tingkat Kecamatan / Kota
		g. Rumah Pemotongan Hewan
		h. TNI / Akpol
		i. BUMD
NN-IX	Tangki	Pengiriman air dengan mobil tangki PDAM
SS-I	Sosial Umum	a. Kran Umum
		b. Panti Asuhan
SS-II	Sosial Khusus	a. Kamar Mandi / WC Umum
		b. Rumah sangat sederhana (RSS) yang masih belum mengalami perubahan bentuk bangunan

Sumber: PDAM Maja Tirta, 2019

Tabel 2.7 Tarif Harga Air PDAM Maja Tirta Tahun 2019

No	Golongan	Tarif (Rp.) dan Blok Konsumsi			
		0 - 10 m ³	11 - 20 m ³	21 - 30 m ³	> 30 m ³
1	Niaga Kecil	-	3345	4460	5575
2	Niaga Besar	-	4460	6690	8920
3	Industri Kecil	-	4460	5575	6690
4	Industri Besar	-	5575	8920	11150

No	Golongan	Tarif (Rp.) dan Blok Konsumsi			
		0 - 10 m3	11 - 20 m3	21 - 30 m3	> 30 m3
5	Rumah Tangga A	1115	1675	2230	3345
6	Rumah Tangga B	1675	2230	2790	4480
7	Instansi Pemerintah	2750	3330	4495	6825
8	Tangki	Berdasarkan kesepakatan dengan pelanggan			
9	Sosial Umum	-	-	-	892
10	Sosial Khusus	892	1115	1675	2230

Sumber: PDAM Maja Tirta, 2019

2.8. Tingkat Kehilangan Air PDAM Maja Tirta

Kehilangan air yang terjadi di PDAM Maja Tirta mengalami kenaikan dan penurunan pada tahun 2019. Rata – rata kehilangan air yang terjadi adalah 46,90%. Data selengkapnya ditunjukkan pada **Tabel 2.8**.

Tabel 2.8 Data Kehilangan Air PDAM Maja Tirta 2019

Bulan	Produksi (m ³)	Distribusi (m ³)	Terjual (m ³)	Kebocoran air (m ³)	%
Januari	216.108	147.481	78.745	68.736	46,61
Pebruari	188.568	146.916	78.210	68.706	46,77
Maret	212.868	134.798	72.053	62.745	46,55
April	202.824	143.899	76.713	67.186	46,69
Mei	220.320	143.597	75.226	68.371	47,61
Juni	208.332	156.960	83.063	73.897	47,08
Juli	219.024	145.350	76.514	68.836	47,36
Agustus	219.348	146.113	76.629	69.484	47,56
September	210.924	144.580	76.288	68.292	47,23
Oktober	208.332	142.042	74.326	67.716	47,67
Nopember	195.696	151.452	81.560	69.892	46,15
Desember	189.108	136.426	74.330	62.096	45,52
Rata - rata	207.621	144.968	76.971	68,00	46,90

Sumber : PDAM Maja Tirta, 2019

2.9. Kebutuhan Air

Secara umum, kebutuhan air dibagi menjadi dua, yaitu kebutuhan domestik dan non-domestik (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2007). Kebutuhan domestik adalah kebutuhan air bersih untuk pemenuhan kegiatan sehari-hari atau rumah tangga seperti untuk minum, memasak, kesehatan individu (mandi, cuci dan sebagainya), menyiram tanaman, halaman, pengangkutan air buangan (buangan dapur dan toilet). Kebutuhan non domestik adalah kebutuhan air baku yang digunakan untuk beberapa kegiatan seperti: kebutuhan institusional, kebutuhan komersial dan industri, kebutuhan fasilitas umum seperti kegiatan tempat-tempat ibadah, rekreasi dan terminal (Mashuri dkk., 2015).

2.10. Sistem Distribusi

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui sistem perpipaan dari bangunan pengolahan (reservoir) ke daerah pelayanan (konsumen)

(Tambingon dkk., 2016). Dalam sistem perpipaan, sistem jaringan pipa distribusi air bersih secara umum dapat dibagi menjadi tiga sistem utama, yaitu sistem cabang (*branch*), sistem melingkar (*loop*), sistem *grid iron* (Joko, 2010).

Salah satu perlengkapan pada sistem distribusi air minum adalah *wash out* yang berfungsi untuk menggelontor endapan atau sedimen pada pipa (Kurniawan dkk., 2014). Debit air untuk *wash out* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Suharno dkk., 2016):

$$Q = Cd.a.v \dots\dots\dots (2.1)$$

$$v = \sqrt{2gh} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$a = \frac{1}{4}\pi D^2 \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan :

- Q = Debit air (m³/detik)
- Cd = Koefisien pemberhentian = 0,61
- a = Penampang pipa output (m²)
- v = Kecepatan aliran (m/detik)
- g = Percepatan gravitasi = 9,81 m/detik²
- h = *Head* atau tekanan (m)
- D = Diameter pipa (m)

Volume air yang keluar pada saat *wash out* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Ubaedillah, 2016):

$$V = Q \times t \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan :

- V = Volume air (m³)
- Q = Debit air (m³/detik)
- t = Waktu (detik)

2.11. Definisi Kehilangan Air

Penyebab utama tidak sehatnya suatu PDAM adalah tingkat kehilangan air yang tinggi. Kehilangan air PDAM atau bisa diistilahkan dengan Air Tak Berekening (*Non-Revenue Water*)

adalah air hasil produksi PDAM yang tidak mendatangkan *income* sehingga PDAM merugi. Kehilangan air PDAM ada dua macam, yaitu kehilangan fisik (*real losses*) dan kehilangan komersial (*apparent losses*). Kebocoran air sering terjadi dalam sistem PDAM, penyebabnya banyak faktor. Jenis kehilangan air fisik lebih mahal penanganannya daripada jenis kehilangan komersial. Kehilangan air komersial terdiri dari: konsumsi tak resmi dan kesalahan penanganan data dan kesalahan pembacaan meter (Syahputra, 2011). Kehilangan air merupakan salah satu indikator kinerja PDAM. Target kehilangan air nasional adalah sebesar 20% (BPPSPAM, 2019).

Volume Air Tak Berekening (NRW) diperoleh dengan mengurangi Konsumsi Resmi Berekening dari volume Input Sistem (atau dengan mengurangi Konsumsi Bermeter Tak Berekening dan Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening dari air yang diproduksi, dalam kasus Sistem Distribusi). NRW terdiri dari tiga komponen utama, yaitu: Konsumsi Resmi Tidak Berekening, Kehilangan Air Non-Fisik, dan Kehilangan Air Fisik (Vermersch dkk., 2016) sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{NRW} = \text{Volume input} - \text{Konsumsi Resmi Berekening} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\text{NRW} = \text{Konsumsi Resmi Tidak Berekening} + \text{Kehilangan Air Non-Fisik (Komersial)} + \text{Kehilangan Air Fisik} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\text{Kehilangan Air} = \text{NRW} - \text{Konsumsi Resmi Tak Berekening} = \text{Kehilangan Air Fisik} + \text{Kehilangan Air Komersial} \dots\dots\dots (2.7)$$

Secara umum, jika kehilangan fisik terdeteksi dan diperbaiki, penghematan yang didapat berupa pengurangan biaya operasional yang tidak menentu. Ketika kehilangan nonfisik dideteksi dan dipecahkan, penghematan terwujud dalam bentuk naiknya pendapatan yang didasarkan pada tarif penjualan air (Farley dkk., 2008).

Kehilangan air dalam bentuk volume akan terlihat biasa, lain halnya jika dikonversikan ke dalam bentuk rupiah (Aniza, 2015). Dalam penelitian Siregar & Mulia (2013), menggunakan persamaan-persamaan berikut:

Tarif rata-rata (Rp./m³) = Total pendapatan dalam satu tahun (Rp.) / Pemakaian air dalam satu tahun (m³) (2.8)

Kehilangan air = Tarif rata-rata (Rp./m³) x Kehilangan air dalam satu tahun (m³/tahun) (2.9)

Kehilangan air komersial = Tarif rata-rata (Rp./m³) x Kehilangan air komersial dalam satu tahun (m³/tahun) (2.10)

Kehilangan air fisik = Tarif rata-rata (Rp./m³) x Kehilangan air fisik dalam satu tahun (m³/tahun) (2.11)

2.11.1. Kehilangan Air Fisik

Menurut DPSPAM (2017), kehilangan air fisik adalah kehilangan air secara fisik dari sistem bertekanan dan tangki-tangki/tandon-tandon penyimpanan air, sampai ke titik penggunaan oleh pelanggan. Pada jaringan yang pelanggan-pelanggannya dipasang meter, titik penggunaan pelanggan tersebut adalah meter pelanggan. Bila tidak bermeter titik tersebut adalah titik pertama (stop kran atau kran) pertama di dalam persil pelanggan. Kehilangan Fisik disebut juga *Real Losses* oleh *International Water Association* dan di beberapa negara disebut "Kehilangan Teknis". Kehilangan Air Fisik dapat disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Konstruksi yang tidak sesuai dengan ketentuan standar (galian, perakitan, urugan, dll)
- 2) Cacat pada pipa (retak, dll)
- 3) Water hammer
- 4) Tekanan internal tinggi (terutama saat tekanan statis maksimum)
- 5) Tekanan eksternal tinggi (karena aktivitas di atas pipa)
- 6) Kecepatan air yang tinggi
- 7) Kualitas air yang disalurkan
- 8) Kualitas tanah disekitar timbunan
- 9) Kualitas bahan pipa dan asesoris
- 10) Usia jaringan
- 11) Pemeliharaan yang tidak terencana

Farley dkk. (2008) menyatakan tiga komponen utama kehilangan air fisik adalah kebocoran dari pipa transmisi dan

distribusi, kebocoran dan limpahan dari reservoir dan tanki penyimpanan perusahaan air minum, dan kebocoran pada pipa dinas hingga ke meter pelanggan.

2.11.2. Kehilangan Air Non-Fisik (Komersial)

Kehilangan air non fisik (komersial) adalah kehilangan air yang secara fisik tidak terlihat, tetapi dapat diketahui dari perhitungan atau catatan jumlah air yang didistribusikan kepada pelanggan. Kehilangan air komersial mencakup semua jenis ketidakakuratan terkait dengan meter pelanggan, kesalahan penanganan data (baik pembacaan meter maupun perekeningan), dan konsumsi tak resmi (pencurian air atau penggunaan air secara ilegal). Kehilangan Komersial disebut juga *Apparent Losses* oleh *International Water Association*, dan di beberapa negara digunakan istilah “Kehilangan Non-Teknis”.

Sumber kehilangan air komersial antara lain:

- 1) Sambungan Liar dan Pencurian Air
 - Konsumsi Tak Resmi (*Illegal Consumption*)
 - Sambungan Tak Resmi (*Illegal Connection*)
- 2) Kesalahan pada Meter Induk dan Kesalahan pada Meter Pelanggan:
 - Akurasi Meter Air Induk
 - Kesalahan bacaan Meter Air Induk
 - Akurasi Meter Air Pelanggan
 - Kesalahan bacaan Meter Air Pelanggan
- 3) Kesalahan Administratif
 - Kesalahan administrasi pembaca meter
 - Kesalahan pembuatan rekening
 - Kesalahan data base pelanggan
 - Kesalahan pengumpulan dan transfer data

(DPSPAM, 2017)

Perhitungan kehilangan air komersial akibat keakurasian meter air (Syahputra, 2011) dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{KAK (\%)} = (\text{Penyimpangan} / n) \times 100\% \dots\dots\dots (2.12)$$

Dengan:

KAK : Kehilangan air komersial meter air (%)

Penyimpangan : hasil simpangan dari Analisa akurasi meter air:
 $\Sigma(Mr - Mc)$ (2.13)
 Mr : (*Metre Reference*) angka yang ditunjukkan oleh meter air sebagai referensi
 Mc : (*Metre Customer*) angka yang ditunjukkan oleh meter air pelanggan
 n : jumlah sampel

Untuk mengetahui besar kehilangan air komersial total dalam satuan volume/waktu tingkat kehilangan komersial akan dikalikan dengan kehilangan air (Puspitasari and Purnomo, 2017) seperti pada persamaan berikut.

Kehilangan air komersial = %KAK x Kehilangan Air (m^3 /waktu-bulan atau tahun) (2.14)

2.12. Cara Pengendalian Kehilangan Air Komersial

Berikut ini beberapa cara pengendalian kehilangan air komersial berdasarkan DPSPAM (2017) dan Vermesch dkk. (2016).

- 1) Penanganan Pencurian Air
 - a. Konsumsi ilegal yaitu adanya pengambilan air yang tidak melewati meter air pelanggan, dilakukan dengan cara survei meter air dengan volume 0 m^3 dan survei meter air dengan pemakaian kurang dari 10 m^3 setiap bulannya.
 - b. Sambungan liar yaitu adanya pengambilan air yang tidak terdaftar yang seringkali terjadi pada pelanggan non-aktif atau bekas pelanggan, dilakukan dengan cara survei dari rumah ke rumah terutama bekas pelanggan (tutup permanen atau sementara).
- 2) Penanganan Kesalahan Administrasi
 - a. Pengumpulan data yaitu kesalahan pembacaan meter air, pengetikan angka meter air, dan jaringan komunikasi alat pembaca meter dengan *billing system*, dilakukan dengan audit teknis
 - b. Manipulasi data, dengan melakukan audit terhadap *billing system*.

- 3) Penanganan Kesalahan Meter Air
 - a. Akibat akurasi meter air, dilakukan dengan melakukan tera ulang meter air secara berkala setiap tiga tahun.
 - b. Akibat kesalahan pemasangan meter air (terbalik), dilakukan dengan survei secara langsung ke rumah pelanggan.
 - c. Akibat kesalahan pencatatan angka meter, dapat dilakukan dengan:
 - Penggantian atau relokasi meter air yang secara fisik menghambat pembacaan.
 - Penggunaan sistem baca meter yang sesuai.
 - Menghindari penaksiran dalam membaca meter.

2.13. Meter Air

Meter air atau yang biasa disebut dengan *flow meter* adalah sebuah metode yang digunakan sebuah perusahaan penyedia air bersih untuk mengukur jumlah pemakaian pelanggannya. Pengukuran ini biasanya dilakukan dalam kurun waktu sebulan. Saat ini pembacaan meter air dilakukan oleh petugas yang diutus langsung oleh perusahaan untuk membaca jumlah angka yang tertera pada meteran air. Pembacaan meter merupakan kegiatan membaca indeks air yang terlihat pada register/totalister. Terdapat dua metode dalam pembacaan meter air, meter air dibaca secara manual dengan melihat langsung dilokasi meter air dan *Automatic Meter Reading* (pembacaan otomatis), pembacaan meter air menggunakan bantuan alat dan tidak langsung didatangi (Sriwahyuningsih and Putra, 2018). Menurut SNI 2547:2008, meter air adalah alat untuk mengukur banyaknya aliran air secara terus menerus melalui sistem kerja peralatan yang dilengkapi dengan unit sensor, unit penghitung, dan unit indikator pengukur untuk menyatakan volume air yang lewat. Menurut Rofika dkk. (2012) tingkat akurasi meter air dipengaruhi oleh tekanan, usia meter air, dan pengaruh *starting flow*.

2.14. Kalibrasi atau Tera Ulang Meter Air

Setiap alat ukur termasuk meter air harus dilakukan tera ulang atau kalibrasi (BRPAMDKI, 2014). Pengertian menera (Tera) menurut UU No. 2 tahun 1981 adalah hal menandai dengan tanda tera sah atau tanda tera batal yang berlaku, atau memberikan keterangan-keterangan tertulis yang bertanda tera sah atau tanda tera batal yang berlaku, dilakukan oleh pegawai-pegawai yang berhak melakukannya berdasarkan pengujian yang dijalankan atas alat-alat ukur, takar, timbang dan perlengkapannya yang belum dipakai.

Melalui Keputusan Sementara Direktur Metrologi No. 4009/279311990 tentang Syarat-syarat Khusus Meter Air pada Bab III, dijelaskan bahwa:

- 1) Jangka waktu tera ulang adalah 3 tahun sekali.
- 2) Jika meter air mengalami sesuatu yang menyebabkan perubahan atau tanda tera rusak atau kawat untuk memasang tanda tera putus, maka wajib ditera ulang kembali.
- 3) Besarnya remidi tera dan tera ulang untuk kesalahan penunjukan dan ketidaktepatan meter air adalah sebagai berikut:

Tabel 2.9 Besar Kesalahan Maksimal Meter Air

Daerah Pengujian Data	Besarnya Kesalahan
Dibawah Q_t , Q_{min}	$\pm 5\%$
Q_{max} , Q_n , Q_t	$\pm 5\%$

Sumber: DPSPAM, 2017

Dengan:

- Q_{max} adalah debit terbesar yang boleh melewati meter air dan merupakan batas tertinggi pengujian.
- Q_{min} adalah debit terendah dari meter air yang diperlukan untuk penunjukkan dan merupakan batas terkecil pengujian.
- Q_n adalah debit nominal yang besarnya sama dengan debit setengah Q_{max} .
- Q_t adalah debit transisi yang terletak di antara Q_{min} dan Q_n yang merupakan debit peralihan dari debit minimum ke daerah debit normal.

Tata cara dan jumlah sampel tera ulang meter air mengacu pada SNI 05-0666 tahun 1997. Jumlah sampel yang diambil ditunjukkan pada **Tabel 2.10**. Langkah-langkah pengambilan sampel meter air yaitu:

- a. Produk yang disajikan harus dikelompokkan sedemikian rupa sehingga mudah diidentifikasi.
- b. Pengambilan contoh dilakukan secara acak dan jumlahnya sesuai dengan tabel di bawah ini.

Tabel 2.10 Jumlah Sampel Meter Air

No	Jumlah dalam kelompok	Jumlah Sampel
1	2-15	2
2	16-25	3
3	26-90	5
4	91-150	8
5	151-280	13
6	281-500	20
7	501-1200	32
8	1201-3200	50
9	3201-10000	80
10	10001-35000	125
11	35001-150000	200
12	150001-500000	315
13	50001-keatas	500

Sumber: SNI 05-0666-1997

2.15. **Water Balance (Neraca Air)**

Neraca air adalah alat untuk menghitung kehilangan air yang berfungsi untuk melakukan *checking*/kontrol pada tiga titik utama yang menjadi indikator sehat tidaknya sistem penyediaan air minum PDAM yaitu, input sistem, konsumsi dan kehilangan air. Penggunaan Neraca Air untuk melakukan monitoring laju kehilangan air sistem sangat diperlukan bagi PDAM untuk mengetahui sejauh mana tingkat efisiensi sistem penyediaan air minum PDAM. Mengingat bahwa Neraca Air PDAM bersifat global,

maka diperlukanlah suatu penelitian lebih lanjut dengan memanfaatkan Neraca Air untuk memandu proses identifikasi faktor – faktor penyebab kehilangan air teknis dan non teknis (Syahputra, 2011).

Tabel 2.11 Komponen Neraca Air menurut IWA

INPUT SISTEM	KONSUMSI RESMI	KONSUMSI RESMI BEREKENING	KONSUMSI MELALUI METER BISA DIREKENINGKAN	AIR BISA DIREKENINGKAN (ABR)	
			KONSUMSI TANPA METER BISA DIREKENINGKAN		
	KEHILANGAN AIR	KONSUMSI RESMI TAK BEREKENING		KONSUMSI MELALUI METER TIDAK BISA DIREKENINGKAN	AIR TAK BISA DIREKENINGKAN (ATBR) atau NRW (NON REVENUE WATER)
				KONSUMSI TANPA MELALUI METER TIDAK BISA DIREKENINGKAN	
		KEHILANGAN AIR FISIK		KONSUMSI TAK RESMI	
				METER TAK AKURAT DAN KESALAHAN DATA	
KEHILANGAN AIR FISIK		KEBOCORAN PADA PERPIPAAN DAN PERALATANNYA			
		KEBOCORAN PADA PIPA DINAS SAMPAI METER PELANGGAN			
		LUAPAN PADA TANGKIDAN RESERVOAR			

Sumber: DPSPAM, 2017

DPSPAM (2017) menjelaskan daftar istilah neraca air adalah:

- 1) Volume Input Sistem
Volume input air yang sudah diolah yang dimasukkan ke dalam bagian jaringan air minum yang diperhitungkan dalam neraca air.
- 2) Konsumsi Resmi
Volume air bermeter atau tak bermeter yang diambil oleh pelanggan terdaftar atau resmi, supplier air dan pihak-pihak lain yang secara implisit maupun eksplisit memang mendapat izin resmi untuk mengambil air, baik untuk rumah tinggal, perdagangan, maupun keperluan industri. Konsumsi ini bisa berekening atau tidak, bermeter atau tidak. Konsumsi resmi juga dapat mencakup penggunaan air seperti untuk pemadaman kebakaran atau latihan pemadaman, pencucian pipa PDAM atau saluran pembuangan, membersihkan jalan-jalan, menyiram

taman-taman kota, air yang digunakan untuk konstruksi. Konsumsi ini bisa berkening bisa tidak, bermeter atau tidak.

3) Kehilangan Air

Selisih antara Input Sistem dan Konsumsi Resmi. Kehilangan air dapat dianggap volume total untuk seluruh jaringan, atau sebagian jaringan seperti transmisi atau distribusi, atau zona-zona terbatas. Kehilangan air terdiri atas kehilangan fisik dan kehilangan non fisik atau komersial.

4) Konsumsi Resmi Berekening

Komponen-komponen Konsumsi Resmi yang dikenai pembayaran dan menjadi pendapatan (juga dikenal sebagai Air Berekening atau Air Berpendapatan). Setara dengan Konsumsi Berekening Bermeter ditambah Konsumsi Berekening Tak Bermeter.

5) Konsumsi Resmi Tak Berekening

Komponen-komponen Konsumsi Resmi yang sah pemakaiannya tetapi tidak dikenai pembayaran dan karenanya tidak menjadi pendapatan. Setara dengan Konsumsi Tak Berekening Bermeter ditambah Konsumsi Tak Berekening Tak Bermeter.

Komponen ini digunakan untuk operasional PDAM seperti pencucian pipa (*wash out*), tes pipa, pembersihan jalan, dll. (Setianingsih and Karnaningroem, 2019).

6) Kehilangan Komersial (Non Fisik)

Mencakup semua jenis ketidakakuratan terkait dengan meter pelanggan, kesalahan penanganan data (baik pembacaan meter maupun perekensingan), dan konsumsi tak resmi (pencurian air atau penggunaan air secara ilegal). Kehilangan Komersial disebut juga *Apparent Losses* oleh *International Water Association*, dan di beberapa negara digunakan istilah "Kehilangan Non-Teknis" yang sebenarnya kurang tepat karena kesalahan pada meter pelanggan misalnya, sebenarnya merupakan persoalan teknis.

7) Kehilangan Fisik

Kehilangan air secara fisik dari sistem bertekanan dan tangki-tangki/ tandon-tdon penyimpanan air, sampai ke

titik penggunaan oleh pelanggan. Pada jaringan yang pelangganpelanggannya dipasang meter, titik penggunaan pelanggan tersebut adalah meter pelanggan. Bila tidak bermeter titik tersebut adalah titik pertama (stop kran atau kran) pertama di dalam persil pelanggan. Kehilangan Fisik disebut juga *Real Losses* oleh *International Water Association* dan di beberapa negara disebut “Kehilangan Teknis” meskipun sebenarnya kurang tepat.

- 8) **Konsumsi Melalui Meter Bisa Direkeningkan**
Semua konsumsi bermeter yang juga dikenai pembayaran (direkeningkan). Ini mencakup semua kelompok pelanggan baik domestik, perdagangan, industri atau perkantoran dan juga termasuk air curah yang disalurkan ke luar jaringan pelayanan PDAM yang bermeter dan direkeningkan.
- 9) **Konsumsi Tanpa Meter Bisa Direkeningkan**
Semua konsumsi berekening yang dihitung berdasarkan estimasi atau cara-cara perhitungan tertentu tetapi tidak bermeter. Bisa jadi merupakan komponen yang sangat kecil bila semua konsumsi bermeter (misalnya rekening yang didasarkan pada estimasi ketika meter pelanggan rusak), tetapi akan menjadi komponen konsumsi yang terpenting pada PDAM yang tidak menerapkan meter pelanggan. Komponen ini mencakup juga air curah yang disalurkan ke luar batas jaringan pelayanan PDAM tanpa water meter tetapi dikenai rekening.
- 10) **Konsumsi Melalui Meter Tidak Bisa Direkeningkan**
Konsumsi Bermeter yang karena alasan tertentu tidak dikenai pembayaran. Contohnya termasuk konsumsi bermeter yang digunakan sendiri oleh PDAM atau air yang disalurkan secara cuma-cuma kepada instansi tertentu, termasuk air yang ditransfer dari jaringan, yang diberi meter tetapi tidak direkeningkan.
- 11) **Konsumsi Tanpa melalui Meter Tidak Bisa Direkeningkan**
Setiap jenis Konsumsi Resmi yang tak dimeteri dan tak dikenai pembayaran. Komponen ini biasanya berupa pemakaian-pemakaian untuk pemadaman kebakaran, pencucian pipa dan saluran pembuangan, pembersihan

jalan, penyiraman taman dan lain-lain. Pada PDAM yang dikelola dengan baik, komponen ini biasanya kecil sekali tetapi sering dibesar-besarkan. Secara teoretis seharusnya termasuk air yang disalurkan keluar jaringan yang tidak bermeter dan tidak berekening, meskipun kasusnya jarang.

12) Konsumsi Tak Resmi

Setiap penggunaan air secara tak resmi atau tak sah. Ini termasuk penggunaan secara ilegal dari hidran (misalnya air hidran diambil secara tidak sah untuk proyek konstruksi), sambungan ilegal, *bypass* pada meter pelanggan.

13) Meter Tidak Akurat dan Kesalahan Data

Kehilangan air secara komersial yang disebabkan oleh ketidakakuratan meter pelanggan dan kesalahan penanganan data ketika membaca meter atau memasukkan data untuk rekening.

14) Kebocoran pada Perpipaan dan Peralatannya

Air yang hilang melalui kebocoran atau pecahnya pipa transmisi dan distribusi. Bisa berupa kebocoran yang kecil dan belum dilaporkan (misalnya kebocoran pada joint) atau kebocoran besar yang dilaporkan dan diperbaiki tetapi tentu saja sudah bocor untuk jangka waktu tertentu sebelum diperbaiki.

15) Kebocoran pada Pipa Dinas sampai Meter Pelanggan

Air yang hilang dari kebocoran dan kerusakan pada pipa dinas, mulai (dan termasuk) titik *tapping* sampai titik penggunaan pelanggan. Bila sambungan pelanggan dipasang meter, titik ini adalah meter pelanggan, dan bila tidak dipasang meter titik ini adalah titik pertama pelanggan mengambil air (stop keran/ keran pertama) di dalam persil pelanggan. Kebocoran pada pipa dinas bisa berupa kerusakan yang dilaporkan tetapi sebagian besar berupa kebocoran kecil-kecil yang tidak muncul ke permukaan dan air merembes atau mengalir dalam jangka waktu lama (seringkali bertahun-tahun).

16) Luapan pada Tangki dan Reservoir

Air yang hilang akibat kebocoran struktur tangki dan reservoir atau luapan pada tangki, baik yang disebabkan masalah operasional maupun teknis.

17) Air Bisa Direkeningkan (ABR)

Komponen-komponen Konsumsi Resmi yang dikenai pembayaran dan menjadi pendapatan (disebut juga Konsumsi Resmi Berekening). Setara dengan Konsumsi Berekening Bermeter plus Konsumsi Berekening Tak Bermeter.

18) Air Tak Bisa Direkeningkan

Komponen-komponen Input Sistem yang tidak dikenai pembayaran dan tidak menjadi pendapatan. Setara dengan Konsumsi Resmi Tak Berekening ditambah dengan Kehilangan Fisik dan Kehilangan Komersial.

Cara menyusun neraca air menurut DPSPAM (2017) adalah sebagai berikut:

- **Langkah 1** - Menentukan volume input sistem
- **Langkah 2** - Menentukan konsumsi resmi
 - Pemakaian air yang diizinkan terekening (konsumsi resmi berekening)
 - Pemakaian air yang diizinkan tidak terekening (konsumsi resmi tak berekening)
- **Langkah 3** - Memperkirakan kerugian non-fisik / komersial
 - Pencurian air, kecurangan
 - Meter tidak tercatat/ teregister
 - Kesalahan pengolahan data
- **Langkah 4** - Menghitung kerugian fisik
 - kebocoran pada pipa transmisi
 - Kebocoran pada pipa distribusi
 - Kebocoran pada tempat penampungan dan luapan
 - Kebocoran pada sambungan pipa pelanggan

Neraca air terdiri dari 18 sel yang harus diisi secara lengkap dan jelas. Diutamakan pengisian nilai tiap sel berdasarkan data yang valid dan terukur untuk mendapatkan tingkat kepercayaan yang tinggi (>95%). Langkah penggunaan asumsi dan perkiraan baru dilakukan jika tidak didapat banyak data yang bisa dijadikan acuan perhitungan sehingga tingkat kepercayaan

relatif rendah (<60%) (DPSPAM, 2017). Tingkat akurasi ditentukan berdasarkan keandalan alat ukur yang ditunjukkan pada **Tabel 2.12**.

Tabel 2.12 Tingkat Akurasi Alat Ukur

Peralatan/Metode	Rentang Error Akurasi
Electromagnetic flow meter	< 0,15 - 0,5%
Ultrasonic flow meter	0,5 - 1%
Insertion Probes	≥ 2%
Water meter mekanik	1 - 2%
Venturi meter	0,5 - 3%
Meas, weirs in open channels	10 - 50%
Volume dihitung dengan kurva pompa	10 - 50%

Sumber: DPSPAM, 2017

Margin error atau disebut juga dengan *Confidence Limit* (CL) menggambarkan tingkat kepercayaan terhadap data yang didapatkan. Jika data didapatkan dengan cara yang presisi maka nilai akurasi tinggi. Perhitungan *margin error* akan menghasilkan range nilai dari sebuah data (range akurasi). Perhitungan *margin error* dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut.

$$\text{Standar Deviasi (SD)} = \text{Volume (m}^3\text{/tahun)} \times \text{Confidence Limit (CL)} \times 0,5 \dots\dots\dots (2.15)$$

$$\text{Variance (Va)} = (\text{Standar Deviasi})^2 \text{ (m}^3\text{/tahun)} \dots\dots\dots (2.16)$$

$$\text{Standar Deviasi (SD)} = \sqrt{\text{Variance}} \dots\dots\dots (2.17)$$

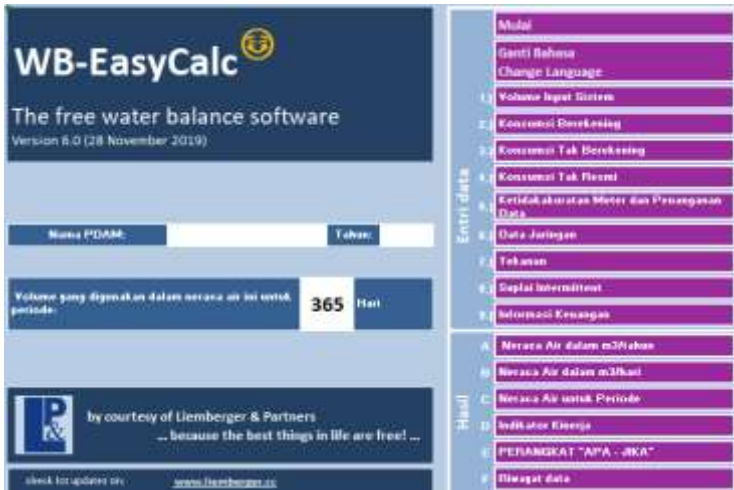
$$\text{Confidence Limit (CL)} = \text{Standar Deviasi} \times 2 / \text{Volume} \dots\dots\dots (2.18)$$

Pada komponen Konsumsi Resmi Tak Berekening apabila tidak diketahui secara pasti dapat digunakan *margin error* 50%.

2.16. WB-EasyCalc

WB-EasyCalc adalah *software* gratis yang dapat digunakan untuk membuat neraca air yang dikembangkan oleh

Liemberger dan didukung oleh *World Bank Institute (WBI)*. Salah satu keunggulan dari *software* ini adalah dapat memberikan tingkat keakurasian data (Farley dkk., 2008). Versi yang akan digunakan adalah versi 6.0 yang dibuat pada 28 November 2019.



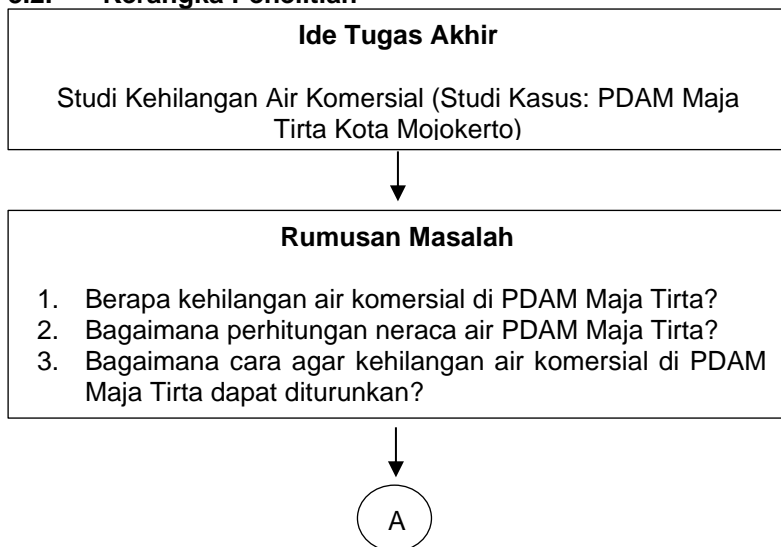
Gambar 2.4 WB-EasyCalc Versi 6.0

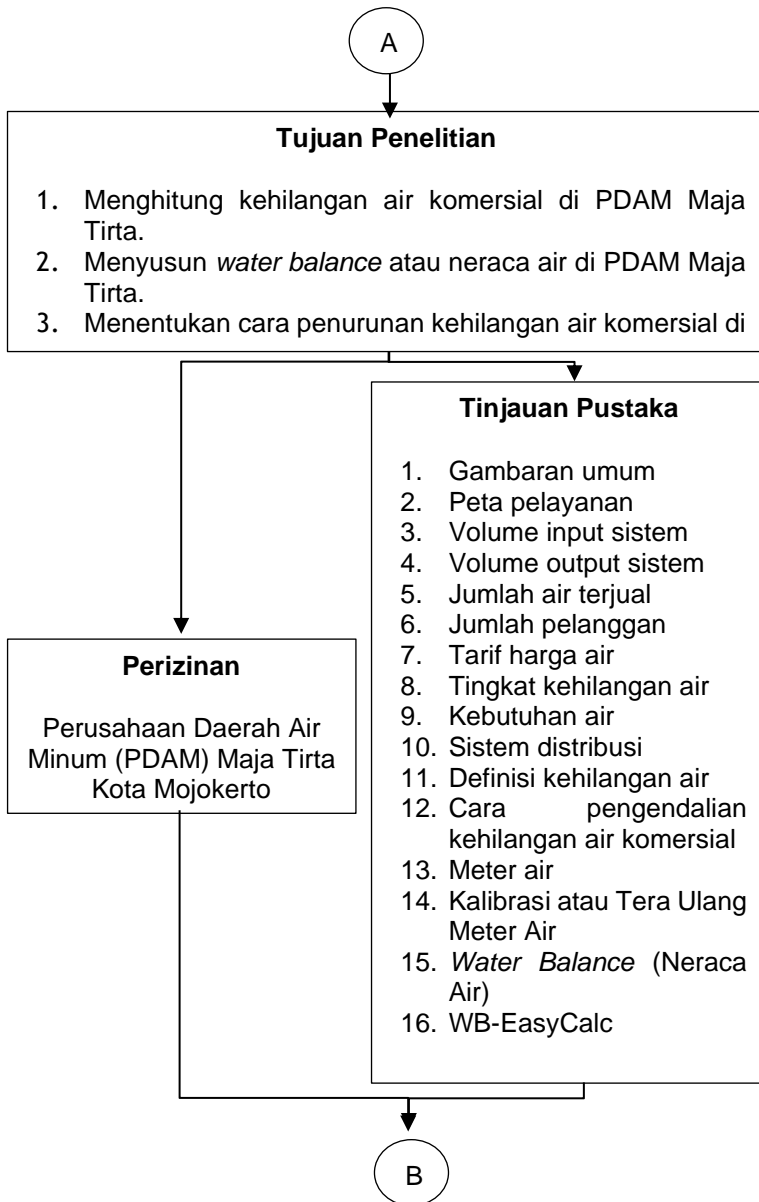
BAB 3 METODE PENELITIAN

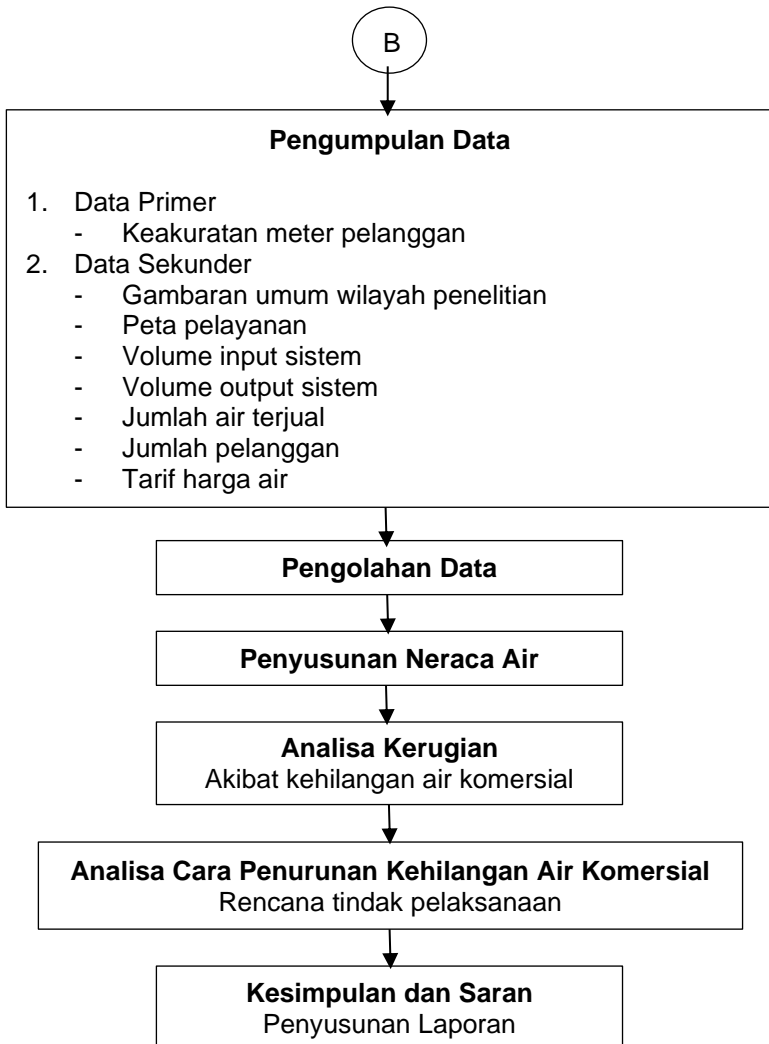
3.1. Umum

Untuk mengatasi permasalahan kehilangan air komersial di PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto terlebih dahulu harus mengetahui besarnya kehilangan air komersial dengan cara pengukuran langsung ke meter air pelanggan. Kemudian dilakukan penyusunan neraca air dengan data kehilangan air komersial yang sudah diukur, dan data sekunder dari PDAM Maja Tirta yang berupa data produksi air, air terdistribusi, air terjual, dan tingkat kebocoran untuk mengetahui persentase kehilangan air komersial. Besarnya kerugian akibat kehilangan air komersial dapat diketahui dengan penyusunan neraca air tersebut

3.2. Kerangka Penelitian







Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

3.2.1. Judul Tugas Akhir

Judul tugas akhir ini adalah “Studi Kehilangan Air Komersial (Studi Kasus: PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto)”.

3.2.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang terjadi disimpulkan rumusan masalah dari tugas akhir ini adalah mengenai perhitungan kehilangan air komersial di PDAM Maja Tirta, perhitungan *water balance* atau neraca air PDAM Maja Tirta, dan cara agar kehilangan air komersial di PDAM Maja Tirta dapat diturunkan.

3.2.3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penyusunan tugas akhir ini adalah menghitung kehilangan air komersial di PDAM Maja Tirta, menyusun *water balance* atau neraca air PDAM Maja Tirta, dan menentukan cara agar kehilangan air komersial di PDAM Maja Tirta dapat diturunkan.

3.2.4. Perizinan

Perijinan dilakukan untuk keperluan pengambilan data sekunder. Perijinan dimulai dengan pembuatan surat ijin yang telah ditandatangani oleh Departemen Teknik Lingkungan ITS, kemudian ditujukan kepada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Maja Tirta.

3.2.5. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka dilakukan untuk menambah wawasan mengenai kehilangan air komersial di PDAM. Tinjauan pustaka dapat berupa buku, jurnal, PDAM, hasil penelitian, dan lain-lain yang berkaitan dengan:

1. Gambaran umum PDAM Maja Tirta
2. Peta pelayanan PDAM Maja Tirta
3. Volume input sistem PDAM Maja Tirta
4. Volume output sistem PDAM Maja Tirta
5. Jumlah air terjual PDAM Maja Tirta
6. Jumlah pelanggan PDAM Maja Tirta
7. Tarif harga air PDAM Maja Tirta

8. Tingkat kehilangan air PDAM Maja Tirta
9. Kebutuhan air
10. Sistem distribusi
11. Definisi kehilangan air
12. Cara pengendalian kehilangan air komersial
13. Meter air
14. Kalibrasi atau Tera Ulang Meter Air
15. *Water Balance* (Neraca Air)
16. WB-EasyCalc

3.5.6. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder.

A. Data Sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Gambaran umum wilayah penelitian
2. Peta pelayanan
3. Volume input sistem
4. Volume output sistem
5. Jumlah air terjual
6. Jumlah pelanggan
7. Tarif harga air

B. Data Primer

Untuk mendapatkan data primer terlebih dahulu harus mengolah data sekunder yang terkait dengan:

a. Lokasi Pengambilan Sampel

Untuk memudahkan pengambilan sampel dipilih lokasi dengan ketentuan sebagai berikut:

- Mempunyai meter air
- Kran air di dekat meter air
- Air tidak langsung masuk ke tandon bawah

b. Jumlah Sampel

Jumlah sampel yang diambil mengacu pada SNI 05-0666-1997 yang ditunjukkan pada **Tabel 3.1**. Pengelompokan data berdasarkan jenis kebutuhan air,

yaitu domestik dan non-domestik seperti pada **Tabel 3.2**. Satu kelompok data mewakili satu kecamatan sehingga dapat ditentukan jumlah sampel yang diambil seperti pada **Tabel 3.3** dan **Tabel 3.4**.

Tabel 3.1 Pengambilan Sampel Meter Air

No	Jumlah dalam kelompok	Jumlah Sampel
1	2-15	2
2	16-25	3
3	26-90	5
4	91-150	8
5	151-280	13
6	281-500	20
7	501-1200	32
8	1201-3200	50
9	3201-10000	80
10	10001-35000	125
11	35001-150000	200
12	150001-500000	315
13	50001-keatas	500

Sumber: SNI 05-0666-1997

Tabel 3.2 Penentuan Jenis Kebutuhan Air

GOLONGAN	DOMESTIK/NON
Niaga Kecil	Non-Domestik
Niaga Besar	Non-Domestik
Industri Kecil	Non-Domestik
Industri Besar	Non-Domestik
Rumah Tangga A	Domestik
Rumah Tangga B	Domestik
Instansi Pemerintah	Non-Domestik

Tangki	Non-Domestik
Sosial Umum	Non-Domestik
Sosial Khusus	Non-Domestik

Sumber: PDAM Maja Tirta, 2019

Tabel 3.3 Penentuan Jumlah Sampel

No	Kecamatan	Data		Sampel	
		Domestik	Non-domestik	Domestik	Non-domestik
1	Kranggan	786	54	32	5
2	Magersari	3217	67	50	5
3	Prajuritkulon	945	65	32	5
4	Puri	47	0	5	0
TOTAL		4995	186	119	15

Sumber: PDAM Maja Tirta, 2019

Tabel 3.4 Jumlah Sampel Per Kelurahan

No	Kecamatan	Kelurahan	Data		%		Sampel	
			Domestik	Non-domestik	Domestik	Non-domestik	Domestik	Non-domestik
1	Kranggan	Jagalan	27	6	3%	11%	1	1
		Kranggan	236	20	30%	37%	10	2
		Meri	316	3	40%	6%	13	0
		Miji	124	4	18%	7%	5	0
		Purwotengah	68	12	9%	22%	3	1
		Sentanan	15	9	2%	17%	1	1
2	Magersari	Belongsari	156	24	5%	36%	2	2
		Gedongan	114	13	4%	19%	2	1
		Gunung gedangan	17	0	1%	0%	0	0
		Kedundung	704	4	22%	6%	11	0
		Magersari	163	13	5%	19%	3	1
		Wates	2063	13	84%	19%	32	1
3	Prajuritkulon	Blooto	12	0	1%	0%	0	0
		Kauman	127	6	13%	9%	4	0
		Prajuritkulon	18	0	2%	0%	1	0
		Mentikan	44	33	5%	51%	1	3
		Pulorejo	367	4	39%	6%	12	0
		Surodinawan	379	22	40%	34%	13	2
4	Puri	47	0	100%	0%	5	0	
Total	4	19	4995	186		119	15	

Sumber : PDAM Maja Tirta, 2019

c. Waktu Pengambilan Sampel

Waktu pengambilan sampel dilakukan pada saat konsumsi minimal dan maksimal yang dapat diketahui dari besarnya tekanan pompa distribusi yang ditunjukkan pada **Tabel 3.5**.

Tabel 3.5 Jadwal Pompa Distribusi

Jam	Tekanan (bar)		Jam	Tekanan (bar)	
	Kota	Pulorejo		Kota	Pulorejo
02.00	2	1,5	13.00	2	1,5
03.00	2	1,5	14.00	2	1,5
04.00	2,5	1,5	15.00	3	2
05.00	2,5	1,5	16.00	3	2
06.00	3	2	17.00	3	2
07.00	3	2	18.00	2,5	1,5
08.00	3	2	19.00	2,5	1,5
09.00	3	2	20.00	2	1,5
10.00	3	2	21.00	2	1,5
11.00	3	2	22.00	2	1,5
12.00	2	1,5	23.00	Gravitasi	Gravitasi
13.00	2	1,5	00.00	Gravitasi	Gravitasi
14.00	2	1,5	01.00	Gravitasi	Gravitasi

Sumber: PDAM Maja Tirta, 2020

Dari tabel tersebut dapat diketahui tekanan minimal pada pompa kota sebesar 2 bar dan 1,5 bar pada pompa pulorejo. Sedangkan tekanan maksimal pada pompa kota sebesar 3 bar dan 2 bar pada pompa pulorejo. Sehingga pengambilan sampel dilakukan pada pukul 08.00 – 11.59 untuk konsumsi maksimal dan pukul 12.00 – 14.59 untuk konsumsi minimal. Waktu dan jumlah sampel yang diambil ditunjukkan pada **Tabel 3.7**.

Tabel 3.7 Jumlah dan Waktu Pengambilan Sampel

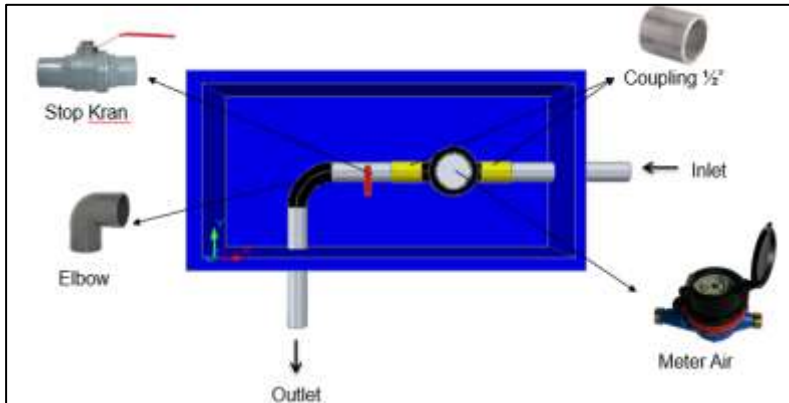
No	Kecamatan	Kelurahan	Domestik		Non domestik	
			08.00 - 11.59	12.00 - 14.59	08.00 - 11.59	12.00 - 14.59
1	Kranggan	Jagalan	1	1	0	0
		Kranggan	5	5	1	1
		Meri	6	6	0	0
		Miji	3	3	0	0
		Purwotengah	1	1	1	1
		Sentanan	0	0	0	0
2	Magersari	Balongsari	1	1	1	1
		Gedongan	1	1	0	0
		Gunung Gedangan	0	0	0	0
		Kedundung	5	5	0	0
		Magersari	1	1	0	0
		Wates	16	16	0	0
3	Prajurit kulon	Blooto	0	0	0	0
		Kauman	2	2	0	0
		Prajuritkulon	0	0	0	0
		Mentikan	1	1	1	1
		Pulorejo	6	6	0	0
		Surodinawan	6	6	1	1
4	Puri	Kenanten	3	3	0	0
Total	4	19	58	58	5	5

d. Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan alat tera sederhana yang tersusun dari:

- Coupling ½" (2 buah)
- Meter air (Itron ½")

- Stop kran
- Elbow
- Kotak kayu



Gambar 3.2 Alat Tera Meter

Langkah-langkah pengambilan sampel yaitu:

- Memasang selang air dari kran pelanggan ke inlet alat tera
- Membuka kran air pelanggan
- Mencatat meter air pelanggan
- Mencatat meter air awal pada alat tera
- Menghitung meter air pada alat tera setelah dilakukan pengambilan air 100 L (meter awal + 100 L)
- Memutar stop kran pada alat tera
- Menutup stop kran pada alat tera ketika meter air menunjukkan angka yang telah dihitung sebelumnya
- Mencatat meter air pelanggan setelah dilakukan pengambilan air
- Menghitung keakuratan meter air pelanggan
- Melakukan tera ulang
- Menghitung rata-rata keakuratan meter pelanggan

3.5.7. Pengolahan Data

Data primer dan sekunder yang telah didapatkan diolah dengan melakukan penggolongan data. Data digolongkan berdasarkan tekanan air. Kemudian data dikelompokkan sesuai dengan komponen atau sumbernya, yaitu:

- a. Konsumsi resmi
- b. Keakuratan meter pelanggan
- c. Perhitungan volume pasokan air
- d. Perhitungan NRW
- e. Perhitungan kehilangan air komersial
- f. Perhitungan kehilangan air fisik
- g. Perhitungan tarif rata-rata 1 tahun
- h. Perhitungan kerugian akibat kehilangan air

3.5.8. Penyusunan Neraca Air

Data yang tiap komponen yang didapatkan kemudian disusun menjadi neraca air dengan cara manual dan pada *software* WB-EasyCalc. Langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

- Menentukan volume input sistem
- Menetapkan konsumsi berekening
- Menetapkan konsumsi tak berekening
- Menetapkan konsumsi tak resmi
- Menentukan kehilangan air komersial
- Memperkirakan kehilangan air fisik
- Menentukan tarif rata-rata PDAM

3.5.9. Analisa Kerugian

Data kerugian dapat didapatkan dari hasil perhitungan *software* WB-EasyCalc setelah melakukan input data. Sehingga dapat diketahui nominal kerugian dari kehilangan air komersial dan kehilangan air fisik.

3.5.10. Analisa Cara Penurunan Kehilangan Air Komersial

Cara pengendalian kehilangan air komersial berdasarkan DPSPAM (2017).

- 1) Penanganan Pencurian Air

- a. Konsumsi Ilegal, dilakukan dengan cara survei meter air dengan volume 0 m^3 dan survei meter air dengan pemakaian kurang dari 10 m^3 setiap bulannya.
 - b. Sambungan Liar, dilakukan dengan cara survei dari rumah ke rumah terutama bekas pelanggan (tutup permanen atau sementara).
- 2) Penanganan Kesalahan Administrasi, dilakukan dengan cara analisa statistik, *monitoring*, verifikasi catatan angka meter dan akurasi meter.
- 3) Penanganan Kesalahan Meter Air
- a. Akibat Akurasi Meter Air, dilakukan dengan melakukan tera ulang meter air secara berkala setiap tiga tahun..
 - b. Akibat Kesalahan Pencatatan Angka Meter, dapat dilakukan dengan:
 - Penggantian atau relokasi meter air yang secara fisik menghambat pembacaan.
 - Penggunaan sistem baca meter yang sesuai.
 - Menghindari penaksiran dalam membaca meter.

3.5.11. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran dari tugas akhir ini terkait dengan tujuan studi yaitu meliputi komponen kehilangan air komersial di PDAM Maja Tirta, penyusunan *water balance* atau neraca air di PDAM Maja Tirta, pendapatan yang didapatkan PDAM Maja Tirta dari pengurangan kehilangan air komersial, dan cara penurunan kehilangan air komersial di PDAM Maja Tirta.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kehilangan Air Komersial

Kehilangan air non fisik (komersial) adalah kehilangan air yang secara fisik tidak terlihat, tetapi dapat diketahui dari perhitungan atau catatan jumlah air yang didistribusikan kepada pelanggan. Kehilangan air komersial mencakup semua jenis ketidakakuratan yang terkait dengan meter pelanggan, kesalahan penanganan data (baik pembacaan meter maupun perekeningan), dan konsumsi tak resmi (pencurian air atau penggunaan air secara ilegal) (DPSPAM, 2017).

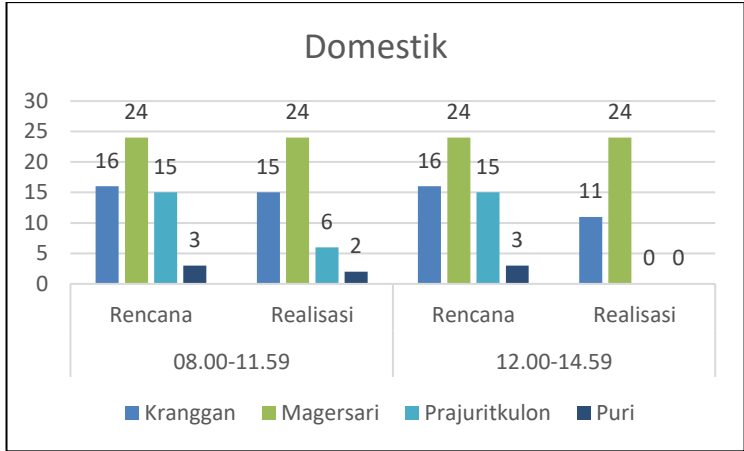
4.1.1. Kehilangan Air Komersial Akibat Meter Air

Meter air adalah alat untuk mengukur banyaknya aliran air secara terus menerus melalui sistem kerja peralatan yang dilengkapi dengan unit sensor, unit penghitung, dan unit indikator pengukur untuk menyatakan volume air yang lewat (SNI 2547:2008). Setiap alat ukur termasuk meter air harus dilakukan tera ulang atau kalibrasi (BRPAMDKI, 2014). Pengertian menera (Tera) menurut UU No. 2 tahun 1981 adalah hal menandai dengan tanda tera sah atau tanda tera batal yang berlaku, atau memberikan keterangan-keterangan tertulis yang bertanda tera sah atau tanda tera batal yang berlaku, dilakukan oleh pegawai-pegawai yang berhak melakukannya berdasarkan pengujian yang dijalankan atas alat-alat ukur, takar, timbang dan perlengkapannya yang belum dipakai.

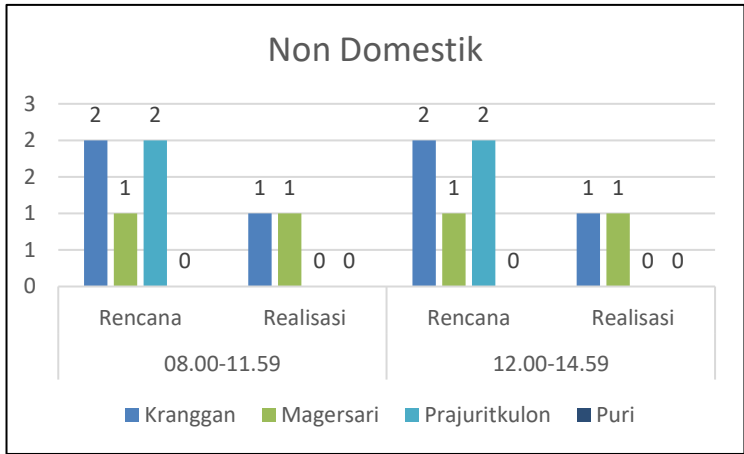
Pengambilan sampel meter air dibagi per kecamatan, yaitu Kecamatan Magersari, Kecamatan Kranggan, Kecamatan Prajuritkulon, dan Kecamatan Puri. Pengambilan sampel dilakukan secara acak pada SR yang memiliki kriteria sebagai berikut:

- Mempunyai meter air
- Kran air di dekat meter air
- Air tidak langsung masuk ke tandon bawah

Data hasil pengambilan sampel domestik dan non-domestik per kecamatan ditunjukkan pada **Gambar 4.1** dan **Gambar 4.2** dengan rincian pada Lampiran C.

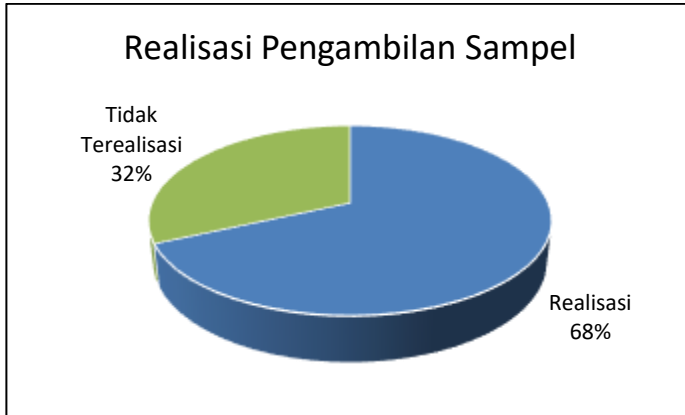


Gambar 4.1 Realisasi Pengambilan Sampel Domestik



Gambar 4.2 Realisasi Pengambilan Sampel Non Domestik

Dari total 126 rencana pengambilan sampel, sampel yang sudah terambil adalah 68% yaitu sejumlah 86 sampel yang ditunjukkan pada **Gambar 4.3**.



Gambar 4.3 Realisasi Pengambilan Sampel

Dari hasil pengujian akurasi (tera) meter air dengan sampel sebanyak 86 meter air dilakukan perhitungan untuk mencari nilai penyimpangan (P). Nilai penyimpangan dapat dihitung dengan mencari selisih volume air yang tercatat pada meter pelanggan (*metre customer*) dengan meter air alat tera meter (*meter reference*) untuk mengetahui nilai penyimpangannya dengan menggunakan Persamaan (2.13) sebagai berikut:

$$\text{Penyimpangan (P)} = \sum(Mr - Mc)$$

Dengan:

Mr = (*Metre Reference*) angka yang ditunjukkan oleh meter air sebagai referensi

Mc = (*Metre Customer*) angka yang ditunjukkan oleh meter air pelanggan

Penyimpangan dapat berupa penyimpangan negatif dan penyimpangan positif. Penyimpangan negatif terjadi jika hasil pengukuran meter pelanggan lebih besar dari meter referensi.

Penyimpangan negatif terjadi jika hasil pengukuran meter pelanggan lebih kecil dari meter referensi. Pada penelitian Rofika dkk. (2012) menyatakan bahwa tingkat akurasi meter air dipengaruhi oleh tekanan, usia meter air, dan pengaruh *starting flow*. Hasil perhitungan penyimpangan ditunjukkan pada **Tabel 4.1**. dengan rincian pada Lampiran C bagian C.2.

Tabel 4.1 Hasil Rekapitulasi Penyimpangan Meter Air

Hasil	Jumlah	Σ Penyimpangan (L)
Akurat	2	0
Penyimpangan negatif	58	-356,55
Penyimpangan positif	26	372,3
Total	86	15,75

Penyimpangan negatif yang terjadi dapat menyebabkan kerugian bagi pelanggan karena volume air yang tercatat pada meter air pelanggan lebih banyak jumlahnya dari volume air yang mengalir sesungguhnya. Sebaliknya, penyimpangan positif menyebabkan kerugian bagi PDAM karena volume air yang tercatat pada meter air pelanggan lebih sedikit dari yang sesungguhnya (Aniza, 2015). Besarnya kehilangan air komersial akibat meter air (KAK) dapat dihitung menggunakan Persamaan (2.12) sebagai berikut:

$$\text{KAK (\%)} = (\text{Penyimpangan} / n) \times 100\%$$

Dengan:

KAK : Kehilangan air komersial meter air (%)

Penyimpangan : hasil simpangan dari Analisa akurasi meter air

n : jumlah sampel

Hasil perhitungan %KAK ditunjukkan pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan KAK

Σ Penyimpangan (L)	Jumlah sampel	KAK (%)
15,75	86	18,31%

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa besarnya %KAK di PDAM Maja Tirta adalah sebesar 18,31%. Data ini dapat digunakan untuk membuat neraca air pada pembahasan selanjutnya.

4.1.2. Kehilangan Air Komersial Akibat Pencurian Air dan Penanganan Data

Penyebab kehilangan air komersial salah satunya adalah pencurian air. Menurut DPSPAM (2017) pencurian air terdiri dari:

- a. Konsumsi Ilegal, dilakukan dengan cara survei meter air dengan volume 0 m^3 dan survei meter air dengan pemakaian kurang dari 10 m^3 setiap bulannya.
- b. Sambungan Liar, dilakukan dengan cara survei dari rumah ke rumah terutama bekas pelanggan (tutup permanen atau sementara).

Pada saat melakukan pengambilan data uji akurasi meter air juga dilakukan pencarian pelanggan dengan pemakaian 0 m^3 pada 3 bulan terakhir (Desember 2019, Januari 2020, dan Februari 2020). Jumlah pelanggan dengan pemakaian 0 m^3 dalam 3 bulan terakhir sebanyak 107 SR yang ditunjukkan pada Lampiran C bagian C.4. Dari hasil pencarian ditemukan 8 SR dengan keterangan pada **Tabel 4.3**.

Tabel 4.3 Hasil Pencarian SR Pemakaian 0 m^3

No	Keterangan	Jumlah
1	Rumah Kosong	4
2	Air Tidak Digunakan	4
Jumlah		8

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi konsumsi ilegal karena data yang tercatat pada pembacaan meter sesuai dengan kondisi eksisting.

Berdasarkan dokumen PDAM Maja Tirta (2019), jumlah pelanggan non-aktif PDAM mencapai 2.711 pelanggan. Dari jumlah pelanggan non-aktif tersebut belum bisa dideteksi pelanggan yang melakukan sambungan liar.

Pada PDAM Maja Tirta pembacaan meter air pelanggan sudah menggunakan sistem android yang terhubung dengan sistem pembayaran di kasir, data pembacaan meter air disertai foto meter air pelanggan sehingga kesalahan pembacaan meter atau kecurangan tidak dapat dilakukan. Sehingga kehilangan air komersial akibat pencurian air dan kesalahan penanganan data dianggap tidak ada.

4.2. Neraca Air

Neraca air adalah alat untuk menghitung kehilangan air yang berfungsi untuk melakukan *checking*/kontrol pada tiga titik utama yang menjadi indikator sehat tidaknya sistem penyediaan air minum PDAM yaitu, input sistem, konsumsi dan kehilangan air (Syahputra, 2011). Penyusunan neraca air dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- Menghitung volume input sistem
- Menghitung konsumsi resmi
- Menghitung NRW (*Non-Revenue Water*)
- Menghitung kehilangan air
- Menghitung kehilangan air komersial
- Menghitung kehilangan air fisik
- Menghitung rata rata tarif harga air

4.2.1. Volume Input Sistem

Volume input air yang sudah diolah yang dimasukkan ke dalam bagian jaringan air minum yang diperhitungkan dalam neraca air (DPSPAM, 2017). Dalam hal ini, volume input sistem yang dimaksud adalah volume air yang terdistribusi yang ditunjukkan pada **Tabel 4.4** dengan rincian pada Lampiran B.

Tabel 4.4 Volume Input Sistem

Bulan	Distribusi (m ³)
Januari	147481,2
Pebruari	146916
Maret	134798,4
April	143899,2
Mei	143596,8
Juni	156960
Juli	145350
Agustus	146113,2
September	144579,6
Oktober	142041,6
Nopember	151452
Desember	136425,6
Total	1739613,6

Sumber: PDAM Maja Tirta, 2019

Pada tabel di atas dapat diketahui bahwa volume input sistem sebesar 1.736.613,6 m³/tahun. Di PDAM Maja Tirta, volume air yang didistribusikan diukur berdasarkan data perpompaan di IPA Wates, untuk mengetahui tingkat akurasi (*margin error*) dapat mengacu pada **Tabel 2.12**. *Margin error* volume input sistem PDAM Maja Tirta berada pada rentang 10 – 50%. Dalam rentang tersebut secara pasti *margin error* tidak dapat diketahui sehingga dipakai nilai rata-rata untuk menentukan besarnya *margin error* volume input system yaitu 30%.

4.2.2. Konsumsi Resmi

Konsumsi resmi adalah volume air bermeter atau tak bermeter yang diambil oleh pelanggan terdaftar atau resmi, supplier air dan pihak-pihak lain yang secara implisit maupun eksplisit memang mendapat izin resmi untuk mengambil air, baik untuk rumah tinggal, perdagangan, maupun keperluan industri.

Konsumsi resmi juga dapat mencakup penggunaan air seperti untuk pemadaman kebakaran atau latihan pemadaman, pencucian pipa PDAM atau saluran pembuangan, membersihkan jalan-jalan, menyiram taman-taman kota, air yang digunakan untuk konstruksi (DPSPAM, 2017). Konsumsi resmi dibagi menjadi dua bagian, yaitu konsumsi resmi berekening dan tidak berekening.

a. Konsumsi Resmi Berekening

Konsumsi Resmi Berekening adalah komponen-komponen Konsumsi Resmi yang dikenai pembayaran dan menjadi pendapatan (juga dikenal sebagai Air Berekening atau Air Berpendapatan). Setara dengan Konsumsi Berekening Bermeter ditambah Konsumsi Berekening Tak Bermeter (DPSPAM, 2017). Pada PDAM Maja Tirta, konsumsi resmi berekening terdiri dari air yang terjual kepada pelanggan dan pengiriman tangki air. Air yang terjual pada pelanggan merupakan konsumsi resmi bermeter, sedangkan pengiriman tangki air termasuk tidak bermeter. Volume konsumsi resmi berekening bermeter ditunjukkan pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4.5 Volume Kosumsi Resmi Berekening Bermeter

Bulan	Volume (m ³)	Pendapatan
Januari	78.745	Rp 276.667.280,00
Pebruari	78.210	Rp 284.891.000,00
Maret	72.053	Rp 265.571.160,00
April	76.713	Rp 284.074.640,00
Mei	75.226	Rp 284.938.130,00
Juni	83.063	Rp 305.013.380,00
Juli	76.514	Rp 465.283.615,00
Agustus	76.629	Rp 288.827.670,00
September	76.288	Rp 286.105.870,00
Oktober	74.326	Rp 285.146.670,00
Nopember	81.560	Rp 309.136.845,00
Desember	74.330	Rp 288.142.495,00
Total	923.657	Rp 3.623.798.755,00

Sumber: PDAM Maja Tirta, 2019

Dari tabel di atas dapat diketahui volume konsumsi resmi berekening bermeter sebesar 923.657 m³/tahun dengan pendapatan mencapai 3.623.798.755 rupiah. *Margin error* dari data ini adalah 2% karena pelanggan menggunakan meter air mekanik. Volume konsumsi resmi berekening tak bermeter ditunjukkan pada **Tabel 4.6**.

Tabel 4.6 Volume Konsumsi Resmi Berekening Tak Bermeter

Bulan	Volume (m ³)	Pendapatan
Januari	65	Rp 3.250.000,00
Februari	55	Rp 2.750.000,00
Maret	65	Rp 3.250.000,00
April	60	Rp 3.000.000,00
Mei	70	Rp 3.500.000,00
Juni	45	Rp 2.250.000,00
Juli	60	Rp 3.000.000,00
Agustus	65	Rp 3.250.000,00
September	60	Rp 3.000.000,00
Oktober	60	Rp 3.000.000,00
November	60	Rp 3.000.000,00
Desember	60	Rp 3.000.000,00
Jumlah	725	Rp 36.250.000,00

Sumber: PDAM Maja Tirta, 2019

Volume konsumsi resmi berekening tak bermeter sebesar 725 m³/tahun dengan pendapatan mencapai 36.250.000 rupiah. *Margin error* yang digunakan untuk data ini adalah 30% karena alat ukur dalam mengukur volume air berupa tangki air atau dalam kategori *weir in open channels* pada **Tabel 2.12** dengan rentang 10 – 50%. Total volume konsumsi resmi berekening ditunjukkan pada **Tabel 4.7**.

Tabel 4.7 Volume Konsumsi Resmi Berekening

Konsumsi Resmi	Volume (m ³)	Pendapatan	
Berekening tak bermeter	725	Rp	36.250.000,00
Berekening bermeter	923.657	Rp	3.623.798.755,00
Total	924.382	Rp	3.660.048.755,00

b. Konsumsi Resmi Tak Berekening

Konsumsi Resmi Tak Berekening adalah komponen-komponen Konsumsi Resmi yang sah pemakaiannya tetapi tidak dikenai pembayaran dan karenanya tidak menjadi pendapatan. Setara dengan Konsumsi Tak Berekening Bermeter ditambah Konsumsi Tak Berekening Tak Bermeter (DPSPAM, 2017). Komponen ini digunakan untuk operasional PDAM seperti pencucian pipa (*wash out*), tes pipa, pembersihan jalan, dll. (Setianingsih and Karnaningroem, 2019).

Pada PDAM Maja Tirta volume air untuk konsumsi resmi tak berekening yang tercatat adalah untuk keperluan pencucian pipa (*wash out*) sehingga *margin error* yang digunakan adalah 50% (DPSPAM, 2017). Volume air untuk *wash out* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut:

Persamaan (2.1):

$$Q = Cd.a.v$$

Persamaan (2.2):

$$v = \sqrt{2gh}$$

Persamaan (2.3):

$$a = \frac{1}{4}\pi D^2$$

Persamaan (2.4):

$$V = Q \times t$$

Dengan :

Q = Debit air (m³/detik)

Cd = Koefisien pemberhentian = 0,61

a = Penampang pipa output (m²)

- v = Kecepatan aliran (m/detik)
- g = Percepatan gravitasi = 9,81 m/detik²
- h = *Head* atau tekanan (m)
- D = Diameter pipa (m)
- V = Volume air (m³)
- t = Waktu (detik)

Data volume air untuk *wash out* ditunjukkan pada **Tabel 4.8** dan rincian pada Lampiran B bagian B.2.

Tabel 4.8 Data Wash Out Tahun 2019

No.	Bulan	Volume (m ³)
1	Januari	393,67
2	Februari	444,77
3	Maret	286,37
4	April	903,72
5	Mei	536,72
6	Juni	400,95
7	Juli	321,55
8	Agustus	508,78
9	September	343,54
10	Oktober	739,76
11	November	717,30
12	Desember	456,84
Jumlah		6053,97

4.2.3. *Non-Revenue Water (NRW)*

Air Tak Berekening (*Non-Revenue Water*) adalah air hasil produksi PDAM yang tidak mendatangkan *income* sehingga PDAM merugi (Syahputra, 2011). Volume Air Tak Berekening (NRW) diperoleh dengan mengurangi Konsumsi Resmi Berekening dari volume Input Sistem (atau dengan mengurangi Konsumsi Bermeter Tak Berekening dan Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening dari air yang diproduksi, dalam kasus Sistem Distribusi). NRW terdiri dari tiga komponen utama, yaitu: Konsumsi Resmi Tidak Berekening, Kehilangan Air Non-Fisik, dan Kehilangan Air Fisik (Vermersch dkk., 2016). Dengan menggunakan data volume input dan konsumsi resmi berekening dapat dilakukan perhitungan NRW. Perhitungan NRW dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan (2.5) sebagai berikut:

$$\text{NRW} = \text{Volume input} - \text{Konsumsi Resmi Berekening}$$

Hasil perhitungan NRW ditunjukkan pada **Tabel 4.9**.

Tabel 4.9 Volume NRW

Komponen	Volume (m ³)
Input sistem	1.739.613,6
Konsumsi resmi berekening	924.382
NRW	815.231,6

4.2.4. **Kehilangan Air**

Kehilangan air adalah selisih antara Input Sistem dan Konsumsi Resmi. Kehilangan air dapat dianggap volume total untuk seluruh jaringan, atau sebagian jaringan seperti transmisi atau distribusi, atau zona-zona terbatas. Kehilangan air terdiri atas kehilangan fisik dan kehilangan non fisik atau komersial (DPSPAM, 2017). Volume kehilangan air dapat dihitung dengan Persamaan (2.7) sebagai berikut.

$$\text{Kehilangan Air} = \text{NRW} - \text{Konsumsi Resmi Tak Berekening} = \text{Kehilangan Air Fisik} + \text{Kehilangan Air Komersial}$$

Hasil perhitungan kehilangan air ditunjukkan pada **Tabel 4.10**.

Tabel 4.10 Volume Kehilangan Air

Komponen	Volume (m ³)
NRW	815.231,6
Konsumsi Resmi Tak Berekening	6.053,97
Kehilangan Air	809.177,63

4.2.5. Kehilangan Air Komersial

Pada pembahasan sebelumnya telah diketahui bahwa persentase kehilangan air komersial di PDAM Maja Tirta (%KAK) adalah 18,31%. *Margin error* yang digunakan untuk data ini adalah 2% karena alat ukur dalam mengukur volume air water meter mekanik. Untuk mencari volume kehilangan air komersial dan nilai rupiahnya digunakan persamaan-persamaan sebagai berikut.

Persamaan (2.14)

Kehilangan air komersial = %KAK x Kehilangan Air (m³/waktu-bulan atau tahun)

Hasil dari perhitungan volume kehilangan air komersial ditunjukkan pada **Tabel 4.11**.

Tabel 4.11 Volume Kehilangan Air Komersial

KAK (%)	Kehilangan air (m ³)	Kehilangan Air Komersial (m ³)
18,31%	809.177,63	148.160,42

Dari data di atas dapat diketahui volume kehilangan air komersial yang terjadi di PDAM Maja Tirta pada tahun 2019 adalah 148.160,42 m³.

4.2.6. Kehilangan Air Fisik

Menurut DPSPAM (2017), kehilangan air fisik adalah kehilangan air secara fisik dari sistem bertekanan dan tangki-

tangki/tandon-tandon penyimpanan air, sampai ke titik penggunaan oleh pelanggan. Pada jaringan yang pelanggan-pelanggannya dipasang meter, titik penggunaan pelanggan tersebut adalah meter pelanggan. Bila tidak bermeter titik tersebut adalah titik pertama (stop kran atau kran) pertama di dalam persil pelanggan. Kehilangan Fisik disebut juga *Real Losses* oleh *International Water Association* dan di beberapa negara disebut “Kehilangan Teknis”. Volume kehilangan air fisik dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.7) sebagai berikut.

$$\text{Kehilangan Air} = \text{NRW} - \text{Konsumsi Resmi Tak Berekening} = \text{Kehilangan Air Fisik} + \text{Kehilangan Air Komersial}$$

Hasil perhitungan kehilangan air fisik ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Volume Kehilangan Air Fisik

Komponen	Volume (m ³)
Kehilangan Air	809.177,6
Kehilangan Air Komersial	148.160,42
Kehilangan Air Fisik	661.017,21

Dari data di atas dapat diketahui volume kehilangan air fisik yang terjadi di PDAM Maja Tirta pada tahun 2019 adalah 661.017,21 m³.

4.2.7. Rata Rata Tarif Harga Air

Tarif harga air pada PDAM Maja Tirta digolongkan menjadi 10 golongan. Golongan-golongan tersebut yaitu: niaga kecil, niaga besar, industri kecil, industri besar, rumah tangga A, rumah tangga B, instansi pemerintah, tangki, sosial umum, dan sosial khusus. Berdasarkan pada data total konsumsi berekening pada **Tabel 4.7** dapat diketahui tarif rata-rata pertahun dengan menggunakan Persamaan (2.8) berikut.

$$\text{Tarif rata-rata (Rp./m}^3\text{)} = \frac{\text{Total pendapatan dalam satu tahun (Rp.)}}{\text{Pemakaian air dalam satu tahun (m}^3\text{)}}$$

$$\begin{aligned} \text{Tarif rata-rata (Rp./m}^3\text{)} &= 3.660.048.755 / 924.382 \\ &= 3.959,45 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat diketahui bahwa tarif rata-rata per m³ di PDAM Maja Tirta adalah Rp. 3.959,45. Data ini dapat digunakan untuk melakukan perhitungan besarnya kerugian akibat kehilangan air. Kehilangan air dalam bentuk volume akan terlihat biasa, lain halnya jika dikonversikan ke dalam bentuk rupiah (Aniza, 2015). Kehilangan air dapat dihitung dengan persamaan-persamaan berikut.

Persamaan (2.9):

Kehilangan air = Tarif rata-rata (Rp./m³) x Kehilangan air dalam satu tahun (m³/tahun)

Persamaan (2.10):

Kehilangan air komersial = Tarif rata-rata (Rp./m³) x Kehilangan air komersial dalam satu tahun (m³/tahun)

Persamaan (2.11):

Kehilangan air fisik = Tarif rata-rata (Rp./m³) x Kehilangan air fisik dalam satu tahun (m³/tahun)

Hasil dari perhitungan kehilangan air dalam rupiah ditunjukkan pada **Tabel 4.13**.

Tabel 4.13 Kehilangan Air Dalam Rupiah

Komponen	Volume (m3)	Nilai (Rp.)
Kehilangan Air	809.177,6	3.203.898.381,46
Kehilangan Air Komersial	148.160,4	586.633.793,64
Kehilangan Air Fisik	661.017,2	2.617.264.587,81

4.2.8. Hasil Neraca Air

INPUT SISTEM 100% 1.739.613,6 m3 Rp 6.887.813.068,52	KONSUMSI RESMI 53,49% 930.436 m3 Rp 3.684.019.132,16	BEREKENING 53,14% 924.382 m3 Rp 3.660.048.755,00	BERMETER 53,10% 923.657 m3 Rp 3.623.798.755,00 TANPA METER 0,04% 725 m3 Rp 36.250.000,00	ABR 53,14% 924.382 m3 Rp 3.660.048.755,00
		TAK BEREKENING 0,35% 6.053,97 m3 Rp 23.970.377,16		NRW 46,86% 815.231,6 m3 Rp 3.227.868.758,62
KEHILANGAN AIR 46,51% 809.177,6 m3 Rp 3.203.888.381,46	KOMERSIAL 8,52% 148.160,42 m3 Rp 586.633.763,64		FISIK 38,00% 661.017,21 m3 Rp 2.617.254.587,81	

Gambar 4.4 Neraca Air PDAM Maja Tirta 2019

4.2.9 Neraca Air WB-EasyCalc

WB-EasyCalc adalah *software* gratis yang dapat digunakan untuk membuat neraca air yang dikembangkan oleh Liemberger dan didukung oleh *World Bank Institute* (WBI). Untuk melakukan perhitungan, data yang dimasukkan dalam WB-EasyCalc adalah:

a. *Margin error*

Margin error atau disebut juga dengan *Confidence Limit* (CL) menggambarkan tingkat kepercayaan terhadap data yang didapatkan. Jika data didapatkan dengan cara yang presisi maka nilai akurasi tinggi. Perhitungan *margin error* akan menghasilkan range nilai dari sebuah data (range akurasi). Perhitungan *margin error* (DPSPAM, 2017) dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut.

Persamaan (2.14):

$$\text{Standar Deviasi (SD)} = \text{Volume (m}^3\text{/tahun)} \times \text{Confidence Limit (CL)} \times 0,5$$

Persamaan (2.15):

$$\text{Variance (Va)} = (\text{Standar Deviasi})^2 \text{ (m}^3\text{/tahun)}$$

Persamaan (2.16):

$$\text{Standar Deviasi (SD)} = \sqrt{\text{Variance}}$$

Persamaan (2.17):

$$\text{Confidence Limit (CL)} = \text{Standar Deviasi} \times 2 / \text{Volume}$$

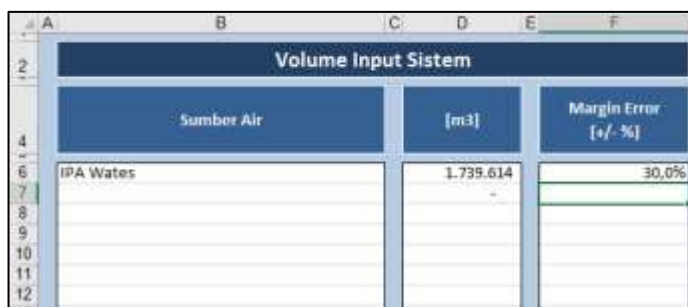
Hasil perhitungan *margin error* dapat dilihat pada **Tabel 4.14**.

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan *Margin Error*

Komponen	Volume (m ³ /tahun)	Volume (%)	Confidence Limit +/- %	Standar Deviasi	Variance (m ³ /tahun)
Volume Input	1.739.614	100,00%	30%	260.942	68.090.748.239
Konsumsi resmi berekening bemeter	923.657	53,10%	2%	9.237	85.314.225
Konsumsi resmi berekening tak bermeter	725	0,04%	30%	109	11.827
NRW	815.232	46,88%	64%	261.105	68.176.074.291
Konsumsi resmi tak berekening	6.054	0,35%	50%	1.513	2.290.657
Kehilangan Air	809.178	46,51%	65%	261.110	68.178.364.948
Kehilangan Air Komersial	148.160	8,52%	2%	1.482	2.195.151
Kehilangan Air Fisik	661.017	38,00%	79%	261.114	68.180.560.099

b. Volume Input Sistem

Volume input sistem diisi dengan volume air yang didistribusikan IPA Wates pada tahun 2019 yaitu 1.739.614 m³. *Margin error* diisi dengan 30% sesuai dengan **Tabel 4.14**.



Volume Input Sistem		
Sumber Air	[m ³]	Margin Error [+/- %]
IPA Wates	1.739.614	30,0%

Gambar 4.6 Volume Input Sistem WB-EasyCalc

c. Konsumsi Berekening

Pada bagian konsumsi berekening terdapat 2 tabel, yaitu tabel konsumsi bermeter berekening dan konsumsi tak bermeter berekening. Tabel konsumsi bermeter berekening diisi dengan volume air terjual selama 1 tahun yaitu 923.657 m³. Tabel konsumsi tak bermeter berekening diisi dengan volume air pengiriman tangki air dalam 1 tahun yaitu 725 m³.

Konsumsi Bermeter Berekening		Konsumsi Tak Bermeter Berekening	
Deskripsi	[m ³]	Deskripsi	[m ³]
Suplai Air Cegah (ekspor)		Suplai Air Cegah (ekspor)	
Air terjual	929.857	Tangki	725

Gambar 4.7 Konsumsi Berekening WB-EasyCalc

d. Konsumsi Tak Berekening

Pada bagian konsumsi tak berekening terdapat 2 tabel, yaitu konsumsi bermeter tak berekening dan konsumsi tak bermeter tak berekening. Tabel konsumsi bermeter tak berekening tidak diisi karena tidak ada data konsumsi bermeter berekening di PDAM Maja Tirta pada tahun 2019. Sedangkan tabel konsumsi tak bermeter tak berekening diisi dengan data volume *wash out* selama 1 tahun yaitu sebesar 5.054 m³. *Margin error* diisi 50% sesuai dengan **Tabel 4.14**.

Konsumsi Bermeter Tak Berekening		Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening		
Deskripsi	[m ³]	Deskripsi	[m ³]	Margin Error [%]
Suplai Air Cegah (ekspor)		WASH-OUT	5.054	50,0%

Gambar 4.8 Konsumsi Tak Berekening WB-EasyCalc

e. Konsumsi Tak Resmi

Pada bagian konsumsi tak resmi terdapat tiga deskripsi yaitu: sambungan tak resmi, sambungan tak resmi lainnya, dan *tampering meter, bypass*, dll. pada pelanggan resmi. Semua bagian tersebut tidak diisi karena pada pembahasan di atas dianggap tidak ada.

Deskripsi	Estimasi Jumlah	Margin Error [%]	Jumlah orang per rumah	Kapasitas (liter per orang per hari)	Total (m ³)
Cembungan tak resmi - stovak				Kapasitas (liter per orang per hari)	
Cembungan tak resmi - jingga				Kapasitas (liter per orang per hari)	
Tampungan meter, klapas, dll pada pelanggan resmi				Kapasitas (m ³ /hari)	
Margin Error [%]					

Gambar 4.9 Konsumsi Tak Resmi WB-EasyCalc

f. Ketidakakuratan Meter dan Penanganan Data

Pada bagian ini, sel J6 harus diisi terlebih dahulu untuk menentukan jenis pengolahan data. Angka 1 untuk menggunakan %KAK dan angka 2 untuk memasukkan volume kehilangan air komersial. Pada penelitian ini digunakan angka 1 yaitu %KAK.

Di tabel nomor 1, konsumsi bermeter berekening (tanpa suplai air curah) diisi dengan %KAK yang terjadi yaitu 18,31% dengan *margin error* sebesar 2% seperti pada Tabel 4.30. Pada tabel nomor 2, konsumsi bermeter berekening (tanpa suplai air curah) tidak perlu diisi karena sudah melakukan pengisian data pada tabel nomor 1. Di tabel nomor 3, yaitu suplai air curah bermeter (ekspor) tidak perlu diisi karena tidak ada suplai air curah di PDAM Maja Tirta pada tahun 2019.

Pada tabel nomor 4, konsumsi bermeter tak berekening (tanpa suplai air curah) juga tidak perlu diisi karena tidak ada data konsumsi bermeter tak berekening di PDAM Maja Tirta pada tahun 2019. Di tabel nomor 5, kecurangan bacaan meter diisi dengan 0% karena diperkirakan tidak ada kecurangan pembacaan meter air dengan sistem android di PDAM Maja Tirta. Di tabel terakhir, kesalahan penanganan data (kantor), diisi dengan 0 karena sistem penanganan data terhubung dengan sistem pembaca meter, sehingga kesalahan penanganan data dianggap tidak ada.

Deskripsi	Tarif (Rp/l)	Penetapan Meter Lebih Rendah (maka under registration)	Tarif (Rp/l)	Marginal Error (+/- %)
Angka 2 untuk menggunakan % ketidakakuratan meter yang dicatat oleh pihak atau 2 untuk menggunakan volume meter yang dicatat lebih rendah antara manual atau meter yang berbeda atau jenis pelanggan.				
Konsumsi Bermeter Berkecukupan (tanpa Suplai Air Cairan)	333,077	18,3%	207,038	2%
Konsumsi Bermeter Berkecukupan (tanpa Suplai Air Cairan)	Tarif 390/l	Penetapan Meter Lebih Rendah (maka under registration)		
		0,0%		0%

Gambar 4.10 Keakuratan Meter dan Penanganan Data WB-EasyCalc (1)

Suplai Air Cairan Berintermittent (maka)				
Konsumsi Bermeter Tak Berkecukupan (tanpa Suplai Air Cairan)				
		Estimasi % dari penurunan lebih rendah		
Kecukupan Dasar Meter	124,282	0%		0%
Kecukupan Penanganan Data (kantor)				0%
Marginal Error (+/-)				2,0%

Gambar 4.11 Keakuratan Meter dan Penanganan Data WB-EasyCalc (2)

g. Data Jaringan, Tekanan, dan Suplai Intermittent

Pada bagian data jaringan, tekanan, dan suplai intermitten tidak dilakukan pengisian data karena data tersebut tidak termasuk dalam lingkup kehilangan air komersial tetapi kehilangan air fisik.

h. Informasi Keuangan

Pada bagian informasi keuangan hanya bagian tarif rata-rata saja, yaitu 3.959,45 dengan mata uang rupiah (Rp.). pada bagian biaya produksi dan distribusi tidak perlu diisi karena bagian tersebut tidak termasuk dalam neraca air.

Informasi Keuangan									
					per m ²		Mata Uang		
	Tarif Rata-rata				3.339,45		Rp.		
	Biaya Produksi dan Distribusi						Rp.		

Gambar 4.12 Informasi Keuangan WB-EasyCalc

Hasil neraca air WB-EasyCalc ditunjukkan pada **Gambar 4.13**.

<p>Volume Input Sistem 1.739.614 m³/tahun Margin Error [+/-] 30,0%</p>	<p>Konsumsi Resmi 930.436 m³/Jahr Margin Error [+/-] 0,3%</p>	<p>Konsumsi Resmi Berekening 924.382 m³/tahun</p>	<p>Konsumsi Bermeter Berekening 923.657 m³/Jahr</p> <p>Konsumsi Tak Bermeter Berekening 725 m³/Jahr</p>	<p>Air Berekening 924.382 m³/tahun</p>
	<p>Konsumsi Resmi Tak Berekening 6.054 m³/Jahr Margin Error [+/-] 50,0%</p>	<p>Konsumsi Resmi Tak Berekening 6.054 m³/Jahr Margin Error [+/-] 50,0%</p> <p>Konsumsi Tak Resmi 0 m³/Jahr Margin Error [+/-] 0,0%</p> <p>Konsumsi Tak Resmi Tak Berekening 6.054 m³/Jahr Margin Error [+/-] 50,0%</p> <p>Konsumsi Tak Resmi 0 m³/Jahr Margin Error [+/-] 0,0%</p> <p>Ketidakakuratan Meter dan Penanganannya Data 207.029 m³/Jahr Margin Error [+/-] 2,0%</p> <p>Kehilangan Air Fisik 602.149 m³/Jahr Margin Error [+/-] 86,7%</p>	<p>Air Tak Berekening 815.232 m³/tahun Margin Error [+/-] 64,0%</p>	

Gambar 4.13 Neraca Air WB-EasyCalc

4.3. Cara Pengendalian Kehilangan Air Komersial

Kehilangan air merupakan salah satu indikator kinerja PDAM. Target kehilangan air nasional adalah sebesar 20% (BPPSPAM, 2019). Pada PDAM Maja Tirta kehilangan air yang terjadi sebesar 46,51% yang terdiri dari kehilangan air fisik sebesar 37,99% dan kehilangan air komersial sebesar 8,52%. Untuk memenuhi target kehilangan air nasional diperlukan penurunan angka kehilangan air sebesar 26,51%.

Berikut ini beberapa cara pengendalian kehilangan air komersial berdasarkan DPSPAM (2017) dan Vermesch dkk. (2016).

- 1) Penanganan Pencurian Air
 - a. Konsumsi ilegal yaitu adanya pengambilan air yang tidak melewati meter air pelanggan, dilakukan dengan cara survei meter air dengan volume 0 m³ dan survei meter air dengan pemakaian kurang dari 10 m³ setiap bulannya.
 - b. Sambungan liar yaitu adanya pengambilan air yang tidak terdaftar yang seringkali terjadi pada pelanggan non-aktif atau bekas pelanggan, dilakukan dengan cara survei dari rumah ke rumah terutama bekas pelanggan (tutup permanen atau sementara).
- 2) Penanganan Kesalahan Administrasi
 - a. Pengumpulan data yaitu kesalahan pembacaan meter air, pengetikan angka meter air, dan jaringan komunikasi alat pembaca meter dengan *billing system*, dilakukan dengan audit teknis
 - b. Manipulasi data, dengan melakukan audit terhadap *billing system*.
- 3) Penanganan Kesalahan Meter Air
 - a. Akibat akurasi meter air, dilakukan dengan melakukan tera ulang meter air secara berkala setiap tiga tahun.
 - b. Akibat kesalahan pemasangan meter air (terbalik), dilakukan dengan survei secara langsung ke rumah pelanggan.
 - c. Akibat kesalahan pencatatan angka meter, dapat dilakukan dengan:

- Penggantian atau relokasi meter air yang secara fisik menghambat pembacaan.
- Penggunaan sistem baca meter yang sesuai.
- Menghindari penaksiran dalam membaca meter.

Berdasarkan hasil analisa dari neraca air, meter air induk yang rusak dan tidak diperbaiki/diganti pada IPA dapat menjadi salah satu faktor penyebab kehilangan air komersial. Volume input sistem yang berasal dari data perpompaan memiliki *margin error* yang tinggi sehingga terdapat kemungkinan volume input sistem yang sesungguhnya lebih kecil. Jika volume input sistem lebih kecil tingkat kehilangan air juga menjadi lebih kecil.

Beberapa pengendalian kehilangan air komersial yang telah diterapkan PDAM Maja Tirta adalah sebagai berikut.

- 1) Melakukan *rolling* petugas baca meter sehingga dapat diketahui kesalahan pembacaan meter dan manipulasi pembacaan meter air oleh petugas.
- 2) Melakukan analisis dan verifikasi hasil pembacaan petugas baca meter sehingga dapat diketahui apabila terjadi pemasangan meter air terbalik apabila angka pencatatan meter airnya turun.
- 3) Melakukan tera meter air pelanggan secara acak dan pelanggan yang melakukan pengaduan mengenai meter air ke kantor sehingga dapat diketahui jika terjadi kerusakan meter air.
- 4) Melakukan tera meter pada pelanggan dengan konsumsi 0 m³ selama tiga bulan berturut-turut untuk mengetahui apabila terjadi pencurian air atau kerusakan meter air pelanggan.
- 5) Menggunakan aplikasi android dalam melakukan baca meter yang dilengkapi foto meter air pelanggan dan lokasi pembacaan untuk mengurangi kesalahan dan manipulasi dalam pembacaan meter air.

Cara pengendalian kehilangan air komersial secara singkat ditunjukkan pada Tabel 4.26.

Tabel 4.15 Pengendalian Kehilangan Air Komersial

Penyebab	Cara Pengendalian
Kesalahan pengambilan data pembacaan meter	Audit teknis, <i>rolling</i> petugas baca meter, menggunakan sistem baca meter yang memadai
Manipulasi data	Audit pada <i>billing system</i> , <i>rolling</i> petugas baca meter, melakukan verifikasi data pembacaan meter, menggunakan sistem baca meter yang memadai
Akurasi meter air	Tera meter air pelanggan
Kesalahan pemasangan meter air	Analisis dan verifikasi hasil pembacaan meter air pelanggan, survei ke pelanggan
Pencatatan meter air	Penggantian meter air yang menghambat pembacaan
Ketidakkakuratan data	Menggunakan alat ukur yang sesuai (menggunakan meter induk untuk menghitung volume input air)

Penurunan kehilangan air komersial saja tidak cukup untuk mencapai target penurunan kehilangan air PDAM Maja Tirta sebesar 26,51% karena besarnya kehilangan air komersial hanya sebesar 8,52%. Selain itu kehilangan air komersial tidak dapat diturunkan hingga 0%. Sehingga diperlukan juga usaha untuk menurunkan kehilangan air fisik.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil analisis kehilangan air komersial di PDAM Maja Tirta pada tahun 2019, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Besarnya kehilangan air komersial di PDAM Maja Tirta pada tahun 2019 adalah 8,52% dari volume input sistem (total air yang terdistribusi) atau sebesar 148.160,42 m³.
2. Hasil perhitungan neraca air PDAM Maja Tirta tahun 2019 secara manual dan dengan *software* WB-EasyCalc terdapat perbedaan yaitu pada kehilangan air komersial dan kehilangan air fisik sebesar 3,38% dikarenakan perbedaan teori dalam pengisian data %KAK. Pada perhitungan manual %KAK dihitung berdasarkan penyimpangan total sedangkan pada WB-EasyCalc %KAK dihitung dari penyimpangan data akurasi meter air positif atau yang merugikan PDAM saja.
3. Pada PDAM Maja Tirta kehilangan air yang terjadi sebesar 46,51% yang terdiri dari kehilangan air fisik sebesar 37,99% dan kehilangan air komersial sebesar 8,52%. Untuk memenuhi target kehilangan air nasional diperlukan penurunan angka kehilangan air sebesar 26,51%. Pengendalian kehilangan air komersial dapat dilakukan dengan melakukan tera meter air pelanggan secara berkala, penggantian meter air yang rusak/mengganggu pembacaan, dan melakukan pemasangan meter induk. Selain itu diperlukan pengendalian kehilangan air fisik agar target kehilangan air nasional dapat tercapai.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah untuk menentukan volume input sistem sebaiknya menggunakan data dari meter air induk dan perlu adanya kajian mengenai kehilangan air fisik agar data yang didapatkan lebih akurat.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR PUSTAKA

- Aniza, Ria. 2015. "Studi Kehilangan Air Komersial (Studi Kasus: PDAM Sidoarjo Cabang Waru I)." **Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan ITS.**
- Anonim. 2017. **Keputusan Sementara Direktur Metrologi No. 4009/279311990 tentang Syarat-syarat Khusus Meter Air.** Dalam **Modul Air Tak Berekening tahun 2018**, oleh DPSPAM, 65. Jakarta.
- Badan Regulator PAM DKI Jakarta (BRPAMDKI). 2014. "Kalibrasi atau Tera Ulang". **JWSRB Blogs.** <URL:https://blogs.brpamdki.org/108/>. Diakses 21 Februari 2020.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). n.d. **SNI 05-0666-1997 Sampel Uji Akurasi Meter Air.** Jakarta.
- . 2008. **SNI 2547:2008 Spesifikasi Meter Air Minum.** Jakarta. Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum. 2007. **Buku Panduan Pengembangan Air Minum.** Jakarta.
- Direktorat Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (DPSPAM) Kementerian PUPR. 2017. **Modul Air Tak Berekening tahun 2018.** Jakarta.
- Farley, Malcolm, Gary Wyeth, Zainuddin Bin Md. Ghazali, Arie Istandar, and Sher Singh. 2008. **The Manager's Non-Revenue Water Handbook.** International Development (USAID).
- Imsawan, Imanullah, and Emenda Sembiring. 2014. "Pemilihan Program Pengendalian Kehilangan Air Serta Pengaruh Implementasinya Terhadap Peningkatan Pendapatan PDAM." **Jurnal Teknik Lingkungan Volume 20 Nomor 2** 142-151.
- Joko. 2010. **Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum.** Dalam **Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih PDAM Tirta Tawar Kabupaten Aceh Tengah**, oleh Zamzami, Azmeri Azmeri and Syamsidik Syamsidik. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kurniawan, Ade Iwan. 2011. "Evaluasi dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Minum". **Original Paper.**

- Kurniawan, Arif, Agus Priyanto, Suripin, and Salamun. 2014. "Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih PDAM Kota Salatiga." **Jurnal Karya Teknik Sipil Vol. 3 No. 4** 985 - 994.
- Mashuri, Manyuk Fauzi, and Ari Sandhyavitri. 2015. "Kajian Ketersediaan dan Kebutuhan Air Baku dengan Pemodelan Ihacres di Daerah Aliran Sungai Tapung Kiri." **Jom FTEKNIK Volume 2 No. 1**.
- Muhammetoğlu, Ayşe, Habib Muhammetoğlu, Alev Adigüzel, Özlem Iritaş, and Yakup Karaaslan. 2018. "Technical Note Management of Water Losses in Water Supply and Distribution." **Turkish Journal Of Water Science & Management**.
- PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto. 2020. **Evaluasi Kinerja Tahun 2019**. Mojokerto.
- PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto. 2019. **Laporan Bulanan tahun 2019**. Mojokerto.
- Peraturan Daerah Kota Mojokerto. 2017. **Peraturan Daerah Kota Mojokerto Nomor 7 Tahun 2017 tentang Perubahan Peraturan Daerah Kota Mojokerto Nomor 11 Tahun 2013 tentang Perusahaan Daerah Air Minum Maja Tirta Kota Mojokerto**. Kota Mojokerto.
- Puspitasari, Iis, and Alfian Purnomo. 2017. "Studi Kehilangan Air Komersial (Studi Kasus: PDAM Kota Kendari Cabang Pohara)." **JURNAL TEKNIK ITS Vol. 6, No. 2** 2301-9271.
- Rofika, Nasta, Loufxarahma T. Nazar, and Eddy S. Soedjono. 2012. "Studi Kehandalan Meter Air." **Scientific Conference of Environmental Technology Ix - 2012**.
- Setianingsih, Maria, and Nieke Karnaningroem. 2019. "Evaluation of Water Losses: Study Case in Intan Banjar Water Supply Company." **IPTEK Journal of Proceeding Series No. 5**.
- Siregar, Nikmad Arsad, and Ahmad Perwira Mulia. 2013. "Evaluasi Kehilangan Air (Water Losses) Pdam Tirtanadi Padangsidimpuan Di Kecamatan Padangsidimpuan Selatan." **Tugas Akhir Dept. Teknik Sipil USU**.
- Sriwahyuningsih, Anik, and Chandra Permana Putra. 2018. "Pencatatan Angka Meter Air di Water Treatment Plant (WTP) Grand Cikarang City Berbasis QR Code Melalui

- Smartphone." **Jurnal Informatika SIMANTIK Vol. 3 No. 1.**
- Suharno, Kun, Catur Pramono, and Sri Widodo. 2016. "Karakterisasi Bentuk Dimensi Pipa Terhadap Debit Berbasis Tinggi Tekanan (Head)." **Wahana Ilmuan 1(1).**
- Syahputra, Benny. 2011. "Penyusunan Neraca Air Sebagai Fungsi Kontrol Laju Kehilangan Air PDAM (Studi Kasus Pdam Kota Semarang)." **Seminar Nasional Sains dan Teknologi ke-2.** Semarang.
- Tambingon, Dennis Paul, Liany A. Hendratta, and Jeffry S. F. Sumarauw. 2016. "Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Bersih di Desa Pakuure Tinanian." **Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.9** (541-550).
- Ubaedillah. 2016. "Analisa Kebutuhan Jenis dan Spesifikasi Pompa untuk Suplai Air Bersih di Gedung Kantin Berlantai 3 PT. Astra Daihatsu Motor." **Jurnal Teknik Mesin (JTM).**
- Undang-Undang Negara Republik Indonesia (UURI). 1981. **Undang-Undang Negara Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 1981 tentang Metrologi Legal.** Jakarta.
- Vermersch, Michel, Fatima Carteado, Alex Rizzo, Edgar Johnson, Francisco Arregui, and Allan Lambert. 2016. **Guidance Notes on Apparent Losses and Water Loss Reduction Planning.**

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

LAMPIRAN

LAMPIRAN A. PETA

A.1 Peta Jaringan Pipa PDAM Maja Tirta

LAMPIRAN B. VOLUME *INPUT* DAN *OUTPUT* SISTEM DISTRIBUSI PDAM MAJA TIRTA

B.1 Volume Air Produksi dan Distribusi IPA Wates Tahun 2019

B.2 Data *Wash Out* PDAM Maja Tirta Tahun 2019

B.3 Data Volume Air Terjual Tahun 2019

LAMPIRAN C. DATA PENGUJIAN SAMPEL

C.1 Realisasi Pengambilan Sampel

C.2 Data Hasil Pengujian Akurasi Meter Air

C.3 Dokumentasi Pengambilan Sampel Akurasi Meter Air

C.4 Data Pelanggan dengan Pemakaian 0 m³ Selama 3 Bulan

LAMPIRAN A

PETA

A.1 Peta Jaringan Pipa PDAM Maja Tirta



JUDUL TUGAS AKHIR

Studi Kehilangan Air Komersial
(Studi Kasus PDAM Meja Tirta Kota Mojokerto)

DEPARTEMEN

Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan
Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020

LEGENDA



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

KEPERJAJARAN PERENCANAAN SISTEM
DISTRIBUSI PERAIRAN KOTA MOJOKERTO

Keterangan :

- Zona Dams
- Zona Kota
- Jalan
- Jalur Kereta Api
- Sungai
- Pipa Ø 12" (0,305 m)
- Pipa Ø 10" (0,254 m)
- Pipa Ø 8" (0,203 m)
- Pipa Ø 6" (0,152 m)
- Pipa Ø 4" (0,102 m)
- Pipa Ø 2" (0,051 m)
- Pipa Ø 2" (0,0762 m)
- Pipa Berjenis Orisinal
- PPA, Wilayah Kota Mojokerto
- Elevated Reservoir
- Ground Reservoir
- Sumur Bor
- Katup / Valve
- Wash Out
- Nomor Katup
- Street

Sumber :
PDAM Kota Mojokerto, 2008



No. Gambar :
1



NAMA MAHASISWA

Ika Rolchetul Jannah
0321184000088

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Bowo Djoko Marsano, M.Eng

JUDUL GAMBAR

Peris Jaringan Perpipaan PDAM Meja Tirta
Kota Mojokerto

SKALA

NOMOR GAMBAR

1

LAMPIRAN B. VOLUME INPUT DAN OUTPUT SISTEM DISTRIBUSI PDAM MAJA TIRTA

Tabel B.1. Volume Air Produksi dan Distribusi IPA Wates 2019

No	Bulan	Pompa Produksi			Pompa Distribusi								Volume Total (m ³)	
		Jam operasi	L/s	Volume (m ³)	Jam operasi	L/s	Volume (m ³)	Boster 1	Boster 2	Boster 3	Boster 4	L/s		Jumlah
1	Januari	667	90	216108	620	37	82594	571	324	488	620	9	64897,2	147481,2
2	Februari	582	90	188568	572	40	82368	436	271	490	596	10	64548	146916
3	Maret	657	90	212868	620	35	78120	460	335	553	620	8	56678,4	134798,4
4	April	626	90	202824	600	38	82080	456	334	518	600	9	61819,2	143899,2
5	Mei	680	90	220320	606	36	78537,6	453	350	585	620	9	65059,2	143596,8
6	Juni	643	90	208332	598	40	86112	440	339	590	599	10	70848	156960
7	Juli	676	90	219024	667	37	88844,4	354	274	495	621	9	56505,6	145350
8	Agustus	677	90	219348	663	37	89311,6	324	347	492	621	9	57801,6	146113,2
9	September	651	90	210924	600	38	82080	331	453	545	600	9	62499,6	144579,6
10	Oktober	643	90	208332	620	38	84816	346	450	571	620	9	64375,8	149194,8
11	November	604	90	195696	585	38	80028	385	469	538	594	8	57136,2	137167,2
12	Desember	618	85	189108	615	38	84132	420	548	612	34	10	58104	142236
Rata-rata		643,7	89,6	207621,0	613,8	37,7	83167,8	414,7	374,5	539,6	562,1	9,1	61689,9	144857,7
Total		7724	-	2491452	7366	-	988013,6	4976	4494	6475	6745	-	740279	1738262

Sumber : PDAM Maja Tirta, 2019

Tabel B.2 Data Wash Out PDAM Maja Tirta Tahun 2019

No.	Lokasi Wash Out	Dia		Waktu		Tekanan		Cd	Volume	
1	GP. Meri Blok B	3	"	172	Mnt	0,5	bar	0,6	271,05	m3
2	GP. Meri Blok D	2	"	220	Mnt	0,5	bar	0,6	154,09	m3
3	GP. Meri Blok E	2	"	130	Mnt	0,5	bar	0,6	91,05	m3
4	Meri By Pass	2	"	190	Mnt	0,7	bar	0,6	157,46	m3
5	Jl. Raya Kuwung	2	"	20	Mnt	0,7	bar	0,6	16,57	m3
6	Jl. Madura	2	"	265	Mnt	0,3	bar	0,6	143,77	m3
7	Jl. Lombok	2	"	0	Mnt	0,3	bar	0,6	0,00	m3
8	Perum Wikarsa Blok H	2	"	260	Mnt	0,05	bar	0,6	57,59	m3
9	Jl. Jayarajasa	3	"	25	Mnt	0,1	bar	0,6	17,62	m3
10	Gedongan IV	2	"	30	Mnt	0,45	bar	0,6	19,93	m3
11	Gedongan IX	2	"	0	Mnt	0,45	bar	0,6	0,00	m3
12	Suronatan I	2	"	50	Mnt	0,7	bar	0,6	41,44	m3
13	Jl. Duku	2	"	78	Mnt	0,55	bar	0,6	57,30	m3
14	Jl. Rambutan	2	"	130	Mnt	0,4	bar	0,6	81,44	m3
15	Jl. Anggur	2	"	0	Mnt	0,45	bar	0,6	0,00	m3
16	Jl. Nangka	2	"	140	Mnt	0,5	bar	0,6	98,05	m3

No.	Lokasi Wash Out	Dia	Waktu	Tekanan	Cd	Volume
17	Jl. Suromulang Dalam V	2 "	220 Mnt	0,16 bar	0,6	87,16 m3
18	Jl. Suromulang Barat IX	2 "	460 Mnt	0,16 bar	0,6	182,25 m3
19	Jl. Suromurukan Gg. VIII	2 "	80 Mnt	0,16 bar	0,6	31,70 m3
20	GP. Jlen Blok B	2 "	185 Mnt	0,8 bar	0,6	163,90 m3
21	Jl. Raya Jlen	3 "	162 Mnt	0,7 bar	0,6	302,07 m3
22	Jl. Wilis Raya, Kav. B	2 "	185 Mnt	0,2 bar	0,6	81,95 m3
23	Jl. Rajekwesi V	2 "	205 Mnt	0,8 bar	0,6	181,62 m3
24	Jl. Penanggungan Raya	2 "	192 Mnt	0,4 bar	0,6	120,28 m3
25	Jl. Raung II	2 "	250 Mnt	0,8 bar	0,6	221,48 m3
26	Jl. Argopuro Raya	2 "	180 Mnt	0,8 bar	0,6	159,47 m3
27	Jl. Argopuro Gg. II	2 "	315 Mnt	0,8 bar	0,6	279,07 m3
28	Jl. Muria VI	2 "	45 Mnt	0,8 bar	0,6	39,87 m3
29	Jl. Takuban Perahu VII	2 "	130 Mnt	0,8 bar	0,6	115,17 m3
30	Jl. Malabar VII	2 "	150 Mnt	0,8 bar	0,6	132,89 m3
31	Jl. Welirang I	2 "	90 Mnt	0,8 bar	0,6	79,73 m3
32	Jl. Panderman Raya	2 "	210 Mnt	0,3 bar	0,6	113,93 m3
33	Jl. Batok II	2 "	255 Mnt	0,2 bar	0,6	112,96 m3

No.	Lokasi Wash Out	Dia	Waktu	Tekanan	Cd	Volume
34	Jl. Tengger III	2 "	70 Mnt	0,8 bar	0,6	62,02 m3
35	Jl. Pendidikan VI/1	2 "	95 Mnt	0,5 bar	0,6	66,54 m3
36	Jl. Pendidikan VI/2	2 "	75 Mnt	0,5 bar	0,6	52,53 m3
37	Jl. Raya Watudakon	3 "	190 Mnt	0,5 bar	0,6	299,42 m3
38	Gg. Mushola Watudakon A	2 "	20 Mnt	0,5 bar	0,6	14,01 m3
39	Gg. Mushola Watudakon B	2 "	10 Mnt	0,5 bar	0,6	7,00 m3
40	Jl. Pulorejo V	3 "	0 Mnt	0,5 bar	0,6	0,00 m3
41	Jl. Pulorejo II	3 "	65 Mnt	0,5 bar	0,6	102,43 m3
42	Jl. Pulowetan A	2 "	65 Mnt	0,5 bar	0,6	45,53 m3
43	Jl. Pulowetan B	2 "	75 Mnt	0,5 bar	0,6	52,53 m3
44	Jl. Pulowetan C	2 "	65 Mnt	0,5 bar	0,6	45,53 m3
45	Jl. Pulowetan D	2 "	95 Mnt	0,5 bar	0,6	66,54 m3
46	Jl. Balongkrai	3 "	190 Mnt	0,5 bar	0,6	299,42 m3
47	Jl. Cancer Pulorejo	3 "	120 Mnt	0,5 bar	0,6	189,11 m3
48	Jl. Cancer Jembatan	3 "	0 Mnt	0,5 bar	0,6	0,00 m3
49	Jl. The Suam Blok K	2 "	105 Mnt	0,1 bar	0,6	32,89 m3
50	Jl. The Suam Blok M	2 "	40 Mnt	0,1 bar	0,6	12,53 m3

No.	Lokasi Wash Out	Dia	Waktu	Tekanan	Cd	Volume
51	Jl. The Suam Blok R	2 "	60 Mnt	0,1 bar	0,6	18,79 m3
52	Jl. Margosari I / Karanglo	2 "	190 Mnt	0,9 bar	0,6	178,54 m3
53	Jl. Kedungkwali VII	2 "	40 Mnt	0,1 bar	0,6	12,53 m3
54	Jl. Miji Baru III	2 "	0 Mnt	0,45 bar	0,6	0,00 m3
55	Jl. Kauman III	2 "	40 Mnt	0,2 bar	0,6	17,72 m3
56	Jl. Balongsari / Empunala	2 "	60 Mnt	0,7 bar	0,6	49,72 m3
57	Jl. Balongsari Gg. VII	2 "	135 Mnt	0,7 bar	0,6	111,88 m3
58	Aspol Blok E	2 "	100 Mnt	0,5 bar	0,6	70,04 m3
59	Jl. Perum Royal Regency	2 "	85 Mnt	0,4 bar	0,6	53,25 m3
60	Jl. Pemuda	3 "	170 Mnt	0,3 bar	0,6	207,51 m3
61	Balongrawe Baru	2 "	65 Mnt	0,5 bar	0,6	45,53 m3
62	Gg. Janur Sekar Putih	2 "	45 Mnt	0,2 bar	0,6	19,93 m3
63	Suronatan Baru	2 "	0 Mnt	0,7 bar	0,6	0,00 m3
Total						6053,97 m3

Sumber : Hasil Perhitungan

B.3 Data Volume Air Terjual Tahun 2019

Golongan tarif	Jumlah pelanggan	Volume (m ³)	Pendapatan	
Januari				
NA-V	103	1.647	Rp	12.474.505
NA-VI	20	876	Rp	8.105.000
NI-VII	0	-	Rp	-
NI-VIII	2	63	Rp	575.200
NN-IIIA	1767	24.303	Rp	67.676.270
NN-IIIB	3228	47.208	Rp	162.641.630
NN-IV	44	3.972	Rp	21.259.180
NN-IX	1	65	Rp	3.250.000
SS-I	4	192	Rp	240.900
SS-II	12	164	Rp	444.595
JUMLAH		78.490	Rp	276.667.280
Februari				
NA-V	103	1.815	Rp	13.010.820
NA-VI	20	1.672	Rp	14.951.100
NI-VII	0	-	Rp	-
NI-VIII	2	60	Rp	575.200
NN-IIIA	937	12.459	Rp	35.089.155
NN-IIIB	4036	58.817	Rp	203.555.940
NN-IV	44	2.731	Rp	14.303.810
NN-IX	1	55	Rp	2.750.000
SS-I	4	114	Rp	179.145
SS-II	12	178	Rp	475.830
JUMLAH		77.901	Rp	284.891.000

Golongan tarif	Jumlah pelanggan	Volume (m ³)	Pendapatan	
Maret				
NA-V	102	1.843	Rp	13.276.570
NA-VI	20	460	Rp	4.238.180
NI-VII	0	-	Rp	-
NI-VIII	2	66	Rp	575.200
NN-III A	743	8.354	Rp	24.830.740
NN-III B	4221	57.852	Rp	203.750.300
NN-IV	44	2.821	Rp	15.043.055
NN-IX	1	65	Rp	3.250.000
SS-I	4	123	Rp	174.670
SS-II	11	175	Rp	432.445
JUMLAH		71.759	Rp	265.571.160
April				
NA-V	101	1.793	Rp	12.822.030
NA-VI	20	832	Rp	7.623.320
NI-VII	0	-	Rp	-
NI-VIII	2	86	Rp	731.300
NN-III A	708	9.086	Rp	26.138.720
NN-III B	4261	61.674	Rp	213.646.340
NN-IV	0	-	Rp	-
NN-IX	1	60	Rp	3.000.000
SS-I	4	101	Rp	177.355
SS-II	11	184	Rp	453.645
JUMLAH		73.816	Rp	264.592.710
Mei				
NA-V	101	1.669	Rp	12.421.745

Golongan tarif	Jumlah pelanggan	Volume (m ³)	Pendapatan	
NA-VI	20	635	Rp	5.756.810
NI-VII	0	-	Rp	-
NI-VIII	2	81	Rp	675.550
NN-IIIA	706	8.328	Rp	24.554.645
NN-IIIB	4243	61.161	Rp	216.195.170
NN-IV	0	-	Rp	-
NN-IX	1	70	Rp	3.500.000
SS-I	4	107	Rp	176.460
SS-II	11	92	Rp	259.040
JUMLAH		72.143	Rp	263.539.420
Juni				
NA-V	101	1.709	Rp	12.635.825
NA-VI	20	1.447	Rp	13.051.140
NI-VII	0	-	Rp	-
NI-VIII	2	91	Rp	787.050
NN-IIIA	706	9.292	Rp	25.707.215
NN-IIIB	4218	66.450	Rp	226.066.620
NN-IV	0	-	Rp	-
NN-IX	1	45	Rp	2.250.000
SS-I	4	169	Rp	203.310
SS-II	11	97	Rp	265.185
JUMLAH		79.300	Rp	280.966.345
Juli				
NA-V	101	1.728	Rp	12.603.490
NA-VI	20	1.004	Rp	9.213.310
NI-VII	0	-	Rp	-

Golongan tarif	Jumlah pelanggan	Volume (m ³)	Pendapatan	
NI-VIII	2	59	Rp	575.200
NN-III A	706	9.389	Rp	26.436.280
NN-III B	4205	59.344	Rp	208.017.735
NN-IV	0	-	Rp	-
NN-IX	1	63	Rp	3.125.000
SS-I	4	159	Rp	190.780
SS-II	11	115	Rp	283.028
JUMLAH		71.858	Rp	260.444.823
Agustus				
NA-V	101	1.738	Rp	12.694.920
NA-VI	21	953	Rp	8.574.150
NI-VII	0	-	Rp	-
NI-VIII	2	56	Rp	575.200
NN-III A	706	9.289	Rp	26.146.975
NN-III B	4206	60.366	Rp	211.095.640
NN-IV	0	-	Rp	-
NN-IX	1	65	Rp	3.250.000
SS-I	4	152	Rp	180.935
SS-II	11	125	Rp	304.215
JUMLAH		72.744	Rp	262.822.035
September				
NA-V	101	1.712	Rp	12.478.610
NA-VI	21	586	Rp	5.495.290
NI-VII	0	-	Rp	-
NI-VIII	2	66	Rp	575.200
NN-III A	708	8.916	Rp	25.465.650

Golongan tarif	Jumlah pelanggan	Volume (m ³)	Pendapatan	
NN-IIIB	4147	59.774	Rp	209.843.550
NN-IV	0	-	Rp	-
NN-IX	1	60	Rp	3.000.000
SS-I	4	151	Rp	179.145
SS-II	11	115	Rp	295.860
JUMLAH		71.380	Rp	257.333.305
Oktober				
NA-V	101	1.555	Rp	11.970.170
NA-VI	21	472	Rp	4.386.980
NI-VII	0	-	Rp	-
NI-VIII	2	61	Rp	575.200
NN-IIIA	708	9.082	Rp	25.885.470
NN-IIIB	4009	55.530	Rp	195.182.330
NN-IV	0	-	Rp	-
NN-IX	1	60	Rp	3.000.000
SS-I	4	117	Rp	159.455
SS-II	11	129	Rp	310.910
JUMLAH		67.006	Rp	241.470.515
November				
NA-V	101	1.686	Rp	12.070.520
NA-VI	21	964	Rp	8.719.870
NI-VII	0	-	Rp	-
NI-VIII	2	53	Rp	575.200
NN-IIIA	705	9.381	Rp	26.332.320
NN-IIIB	4009	60.398	Rp	209.564.440
NN-IV	0	-	Rp	-

Golongan tarif	Jumlah pelanggan	Volume (m ³)	Pendapatan	
NN-IX	1	60	Rp	3.000.000
SS-I	4	109	Rp	155.875
SS-II	11	138	Rp	303.105
JUMLAH		72.789	Rp	260.721.330
Desember				
NA-V	101	2.047	Rp	14.143.305
NA-VI	21	1.112	Rp	10.057.870
NI-VII	0	-	Rp	-
NI-VIII	2	57	Rp	575.200
NN-III A	704	7.858	Rp	23.796.965
NN-III B	4017	55.669	Rp	195.551.060
NN-IV	0	-	Rp	-
NN-IX	1	60	Rp	3.000.000
SS-I	4	158	Rp	201.520
SS-II	11	169	Rp	387.860
JUMLAH		67.130	Rp	247.713.780

C.1 Realisasi Pengambilan Sampel

No	Kecamatan	Kelurahan	Domestik						Non domestik			
			08.00-11.59		12.00-14.59		08.00-11.59		12.00-14.59			
			Rencana	Realisasi	Rencana	Realisasi	Rencana	Realisasi	Rencana	Realisasi		
1	Kranggan	Jagalan	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
		Kranggan	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1
		Meri	6	6	6	6	0	0	0	0	0	0
		Miji	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0
		Punwotengah	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
		Sentanan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Magersari	Balongsari	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Gedongan	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
		Gunung gedangan kedundung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Prajuritkulon	Magersari	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
		Wates	16	16	16	16	0	0	0	0	0	0
		Blooto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Kauman	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
		Prajuritkulon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Mentikan	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
4	Puri	Pulorejo	6	0	6	0	0	0	0	0	0	0
		Surodinawan	6	6	6	0	1	0	1	0	1	0
		Kenanten	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0
Total	4	19	58	47	58	35	5	2	5	2	2	

C.2 Data Hasil Pengujian Akurasi Meter Air

No	No. Sambungan	Wilayah	Golongan	Meter Reference (Mr)			Meter Customer (Mc)			(Mr-Mc)	HASIL	
				Stand Awal	Stand Akhir	Volume (L)	Stand Awal	Stand Akhir	Volume (L)			Rata-Rata
1	02.1.24.0004.00006	Kedundung Magersari	Domestik 12.00 - 14.59	1	7740,5	7840,5	100,0	3200,8	3306,3	104,5	-4,0	Penyimpangan negatif
				2	7840,5	7940,5	100,0	3305,3	3408,9	103,6		
2	02.1.24.0001.00005	Kedundung Magersari	Domestik 08.00 - 11.59	1	3309,4	3409,4	100,0	2825,5	2890,5	108	-6,6	Penyimpangan negatif
				2	3409,4	3509,4	100,0	2890,5	2796,6	105,1		
3	02.1.24.0000.00013	Kedundung Magersari	Domestik 08.00 - 11.39	1	3611,4	3811,4	100,0	2806,8	2906,2	95,4	0,0	Akurat
				2	3611,4	3711,4	100,0	2905,2	3009,8	104,6		
4	02.1.24.0000.00020	Kedundung Magersari	Domestik 08.00 - 11.39	1	3713,3	3813,3	100,0	5310,6	5414,8	104	-3,9	Penyimpangan negatif
				2	3813,3	3913,3	100,0	5414,6	5518,4	103,8		
5	01.2.42.0004.00004	Kedundung Magersari	Domestik 12.00 - 14.39	1	3903,8	4013,8	100,0	5913,9	6018,7	104,8	-4,8	Penyimpangan negatif
				2	4013,8	4113,8	100,0	6018,7	6123,5	104,8		
6	02.1.24.0006.00003	Kedundung Magersari	Domestik 12.00 - 14.39	1	4314,3	4414,3	100,0	3605,6	3709	103,4	-2,8	Penyimpangan negatif
				2	4414,3	4514,3	100,0	3709	3811,2	102,2		
7	02.1.24.0010.00001	Kedundung Magersari	Domestik 08.00 - 11.59	1	5120,3	5220,3	100,0	8872,8	8968,4	95,6	-3,9	Penyimpangan negatif
				2	5220,3	5320,3	100,0	8960,1	9062,3	112,2		
8	02.1.24.0005.00004	Kedundung Magersari	Domestik 08.00 - 11.59	1	5320,7	5420,7	100,0	3993,9	4099,2	105,3	-5,5	Penyimpangan negatif
				2	5420,7	5520,7	100,0	4099,2	4204,9	105,7		
9	01.3.27.0000.00023	Kedundung Magersari	Domestik 12.00 - 14.39	1	5721	5821	100,0	70671,1	70665,1	64	-4,5	Penyimpangan negatif
				2	5821	5921	100,0	70684,1	70609,1	115		
10	02.1.24.0010.00004	Kedundung Magersari	Domestik 12.00 - 14.39	1	5621,3	6021,3	100,0	5854,5	5961,9	107,4	-7,3	Penyimpangan negatif
				2	6021,3	6121,3	100,0	5970,6	6077,9	107,3		
11	02.1.27.0203.00010	Wates Magersari	Domestik 08.00 - 11.39	1	9666	9666	100,0	8233,8	8336,8	102	-3,0	Penyimpangan negatif
				2	9666	9766	100,0	8336,8	8439,7	103,9		
12	02.1.24.0001.00001	Wates Magersari	Domestik 08.00 - 11.39	1	9760,5	9860,5	100,0	8130,4	8235,5	105,1	-5,1	Penyimpangan negatif
				2	9860,5	9960,5	100,0	8235,5	8340,5	105		
13	01.3.05.0000.00001	Wates	Domestik	1	4114	4214	100,0	7618,5	7684,7	66,2	16,9	Penyimpangan

No	No. Sambungan	Wilayah	Golongan	Meter Reference (Mr)				Meter Customer (Mc)				(Mr-Mc)	HASIL
				Stand Awal	Stand Akhir	Volume (L)	Rata-Rata	Stand Awal	Stand Akhir	Volume (L)	Rata-Rata		
14	02.1.08.0000.00007	Magersari	08.00 - 11.59	2	4214	4314	100,0	100	7684,7	7784,7	100		positif
		Viales	08.00 - 11.59	1	4314,1	4414,1	100,0	100	2085,4	2200,2	104,8	105,3	Penyimpangan negatif
15	01.3.27.0110.00002	Magersari	08.00 - 11.59	2	4414,1	4514,1	100,0	100	2200,2	2300	105,8		Penyimpangan positif
		Viales	08.00 - 11.59	1	4514,5	4614,5	100,0	100	803,4	890,9	87,5	98,4	Penyimpangan positif
16	01.3.22.0000.00010	Magersari	08.00 - 11.59	2	4614,5	4714,5	100,0	100	890,9	1002,2	111,3		Penyimpangan positif
		Viales	08.00 - 11.59	1	4714,6	4814,6	100,0	100	9066,9	9108,2	51,3	79,4	Penyimpangan positif
17	02.1.03.0006.00003	Magersari	08.00 - 11.59	2	4814,6	4914,6	100,0	100	9108,2	9215,7	107,5		Penyimpangan positif
		Viales	08.00 - 11.59	1	5921	6021	100,0	100	8344,5	8446,8	102,3	98,3	Penyimpangan positif
18	01.3.11.0000.00025	Magersari	08.00 - 11.59	2	6021	6121	100,0	100	8446,8	8537	90,2		Penyimpangan positif
		Viales	08.00 - 11.59	1	4717	4817	100,0	100	6854,4	6756,8	105,2	100,4	Penyimpangan negatif
19	01.3.11.0000.00040	Magersari	08.00 - 11.59	2	4817	4917	100,0	100	6759,6	6855,1	95,5		Penyimpangan positif
		Viales	08.00 - 11.59	1	5252,5	5352,5	100,0	100	7241,5	7318,8	77,3	77,3	Penyimpangan positif
20	01.3.28.0000.00052	Magersari	08.00 - 11.59	2	5352,5	5452,5	100,0	100	7318,8	7398,1	77,3		Penyimpangan positif
		Viales	08.00 - 11.59	1	5510,7	5610,7	100,0	100	2817,8	2916,2	98,4	98,8	Penyimpangan positif
21	02.1.27.0402.00005	Magersari	08.00 - 11.59	2	5610,7	5710,7	100,0	100	2916,2	3017,4	101,2		Penyimpangan positif
		Viales	08.00 - 11.59	1	7439,8	7539,8	100,0	100	1599,7	1716,4	115,7	108,3	Penyimpangan negatif
22	02.1.27.0402.00008	Magersari	08.00 - 11.59	2	7539,8	7639,8	100,0	100	1715,4	1816,2	100,8		Penyimpangan negatif
		Viales	08.00 - 11.59	1	7640,2	7740,2	100,0	100	7894,7	7996,3	101,6	102,2	Penyimpangan negatif
23	02.1.27.0402.00021	Magersari	08.00 - 11.59	2	7740,2	7840,2	100,0	100	7996,3	8099,1	102,8		Penyimpangan negatif
		Viales	08.00 - 11.59	1	7940,7	8040,7	100,0	100	8968,4	9075,4	109	108,7	Penyimpangan negatif
24	02.1.24.0000.00013	Magersari	08.00 - 11.59	2	8040,7	8140,7	100,0	100	7075,4	7183,8	108,4		Penyimpangan negatif
		Viales	08.00 - 11.59	1	8140,7	8240,7	100,0	100	8685,4	8750,8	95,4	100,0	Akurat
25	01.1.17.0000.00016	Magersari	08.00 - 11.59	2	8240,7	8340,7	100,0	100	8750,8	8856,4	104,6		Penyimpangan negatif
		Viales	08.00 - 11.59	1	4215,7	4315,7	100,0	100	3324,7	3434	109,3	110,0	Penyimpangan negatif
26	01.2.42.0202.00001	Magersari	08.00 - 11.59	2	4315,7	4415,7	100,0	100	3434	3544,7	110,7		Penyimpangan negatif
		Viales	08.00 - 11.59	1	4514,5	4614,5	100,0	100	3414,5	3532	117,5	-17,5	Penyimpangan

No	No. Sambungan	Wilayah	Golongan	Meter Reference (Mr)			Meter Customer (Mc)			(Mr-Mc)	HASIL		
				Stand Awal	Stand Akhir	Volume (L)	Rata-Rata	Stand Awal	Stand Akhir			Volume (L)	Rata-Rata
27	02.1.27.0202.00004	Magersari	08.00 - 11.59	2	4614,5	4714,5	100,0		3532	3649,4	117,4		negatif
		Wates	Domestik 12.00 - 14.59	1	7239,8	7339,8	100,0	100	3099,8	3119,2	105,4	106,2	Perimbangan negatif
28	01.3.27.0110.00002	Magersari	08.00 - 11.59	2	7339,8	7439,8	100,0		8254,8	8342,3	87,5	99,4	Perimbangan positif
		Wates	Domestik 12.00 - 14.59	1	7439,8	7539,8	100,0	100	8342,3	8453,9	111,3	157,9	Perimbangan negatif
30	02.1.27.0203.00007	Magersari	08.00 - 11.59	2	7670,2	7770,2	100,0		3886,7	4174,3	207,6	80,1	Perimbangan positif
		Wates	Domestik 12.00 - 14.59	1	7840,5	7940,5	100,0	100	1110,9	1177,7	66,8	103,7	Perimbangan negatif
31	02.1.27.0202.00008	Magersari	08.00 - 11.59	2	568,7	668,7	100,0		5881,3	5984,8	103,5	106,7	Perimbangan negatif
		Wates	Domestik 12.00 - 14.59	1	668,7	768,7	100,0	100	3207,9	3310,4	102,5	96,0	Perimbangan positif
33	02.1.27.0203.00012	Magersari	08.00 - 11.59	2	870,9	970,9	100,0		1120,9	1219,3	98,4	101,3	Perimbangan negatif
		Wates	Domestik 12.00 - 14.59	1	970,9	1070,9	100,0	100	7342,8	7395,7	53,1	46,8	Perimbangan positif
35	02.1.27.0202.00010	Magersari	08.00 - 11.59	2	4314,4	4414,4	100,0		695,1	791,9	96,8	96,0	Perimbangan positif
		Wates	Domestik 12.00 - 14.59	1	4414,4	4514,4	100,0	100	791,9	893,1	101,2	90,3	Perimbangan positif
37	01.3.25.0000.00014	Magersari	08.00 - 11.59	2	6623,1	6723,1	100,0		8670,6	7104,3	133,7	106,5	Perimbangan negatif
		Wates	Domestik 12.00 - 14.59	1	4817	4917	100,0	100	1159,9	1265,9	107	99,6	Perimbangan positif
38	02.1.15.0001.00006	Magersari	08.00 - 11.59	2	5017,4	5117,4	100,0		369,9	469	99,1	98,6	Perimbangan
		Wates	Domestik 12.00 - 14.59	1	5117,4	5217,4	100,0	100	469	569	100	1,4	Perimbangan









No	No. Sambungan	Wilayah	Golongan	Meter Reference (Mr)			Meter Customer (Mc)			Mr-Mc	HASIL	
				Stand Awal	Stand Akhir	Volume (L)	Rata-Rata	Stand Awal	Stand Akhir			Volume (L)
		Magersari	12.00 - 14.59	2	6321	6421	100,0	6269,4	6383,7	94,3		positif
40	01.3.21.0000.00004	Wlakes	Domestik 12.00 - 14.59	2	3913,7	4013,7	100,0	3841,6	3942	100,4		Penyimpangan negatif
		Magersari	12.00 - 14.59	2	4013,7	4113,7	100,0	3942	4044,6	102,6	101,5	
41	02.1.01.0000.00006	Wlakes	Domestik 12.00 - 14.59	2	4113,8	4213,8	100,0	8511,6	8606,1	94,5		Penyimpangan positif
		Magersari	12.00 - 14.59	2	4213,8	4313,8	100,0	8606,1	8701,6	95,5	96,0	
42	02.1.01.0000.00004	Wlakes	Domestik 12.00 - 14.59	2	873,2	973,2	100,0	2293,1	2390,3	97,2		Penyimpangan negatif
		Magersari	12.00 - 14.59	2	973,2	1073,2	100,0	2390,3	2496,3	106	101,6	
43	01.2.05.0600.00002	Kranggan	Domestik 08.00 - 11.59	2	268,7	368,7	100,0	7647,7	7782	134,3		Penyimpangan positif
		Kranggan	11.59	2	368,7	468,7	100,0	7782	7831,4	49,4	91,8	
44	01.2.05.0600.00004	Kranggan	Domestik 08.00 - 11.59	2	468,1	568,1	100,0	5948,4	5740,9	92,5		Penyimpangan positif
		Kranggan	11.59	2	568,1	668,1	100,0	5740,9	5843,4	102,5	97,5	
45	01.2.07.0002.00001	Kranggan	Domestik 08.00 - 11.59	2	670,9	770,9	100,0	5787,2	5888,1	100,9		Penyimpangan negatif
		Kranggan	11.59	2	770,9	870,9	100,0	5888,1	5991,2	103,1	102,0	
46	01.2.01.0000.00020	Kranggan	Non-domestik 08.00 - 11.59	1	874,7	974,7	100,0	6030,8	6133,8	103		Penyimpangan negatif
		Kranggan	11.59	2	974,7	1074,7	100,0	6133,8	6236,5	102,7	102,9	
47	01.2.07.0008.00014	Kranggan	Domestik 08.00 - 11.59	1	1081,8	1181,8	100,0	3207,9	3309,4	101,5		Penyimpangan negatif
		Kranggan	11.59	2	1181,8	1281,8	100,0	3309,4	3411,1	101,7	101,6	
48	01.2.07.0008.00006	Kranggan	Domestik 08.00 - 11.59	2	1382,1	1482,1	100,0	7894,7	8002,1	107,4		Penyimpangan negatif
		Kranggan	11.59	2	1482,1	1582,1	100,0	8002,1	8112,6	110,5	109,0	
49	01.3.11.0000.00018	Kranggan	Domestik 12.00 - 14.59	1	1483,3	1583,3	100,0	3851,6	3968,1	116,5		Penyimpangan negatif
		Kranggan	14.59	2	1583,3	1683,3	100,0	3968,1	4082,4	114,3	115,4	
50	01.2.07.0001.00002	Kranggan	Domestik 12.00 - 14.59	2	1753,8	1853,8	100,0	1897,9	1812,1	114,2		Penyimpangan negatif
		Kranggan	14.59	2	1753,8	1853,8	100,0	1806,1	1905,1	99	106,6	
51	02.1.05.0004.00006	Kranggan	Non-domestik 12.00 - 14.59	1	5352,5	5452,5	100,0	1598,6	1687,4	88,8		Penyimpangan positif
		Kranggan	14.59	2	5352,5	5452,5	100,0	1687,4	1796,2	88,8	98,8	
52	01.3.27.0000.00031	Kranggan	Domestik 12.00 - 14.59	1	9685,1	9685,1	100,0	5991,3	6100,2	108,9		Penyimpangan positif
		Kranggan	14.59	2	9685,1	9685,1	100,0	6100,2	6100,2	108,9	103,2	

No	No. Sambungan	Wilayah	Golongan	Meter Reference (Mr)			Meter Customer (Mc)			(M-Mc)	HASIL		
				Stand Awal	Stand Akhir	Volume (L)	Rata-Rata	Stand Awal	Stand Akhir			Volume (L)	Rata-Rata
53	01.1.03.0002.00018	Kranggan	12.00 - 14.59	2	9685,1	9785,1	100,0		6100,2	6197,6	97,4		negatif
		Kranggan	12.00 - 14.59	1	1281,8	1381,8	100,0	100	8002,8	823,6	99,8	101,1	Penyimpangan negatif
		Kranggan	14.59	2	1381,8	1481,8	100,0		623,6	728	102,4		
54	02.1.16.0006.00005	Kranggan	12.00 - 14.59	1	1483,3	1583,3	100,0	100	1913,6	2013,4	99,8	98,8	Penyimpangan positif
		Kranggan	14.59	2	1583,3	1683,3	100,0		2013,4	2111,1	97,7		
		Kranggan	11.59	1	1884,3	2084,3	100,0	100	7628,1	7737	108,9	103,2	Penyimpangan negatif
55	01.2.08.0000.00010	Kranggan	08.00 - 11.59	2	2084,3	2184,3	100,0		7698,2	7705,6	97,4		Penyimpangan negatif
		Kranggan	11.59	1	1854,3	1954,3	100,0	100	7494,8	7599,5	114,7	103,0	Penyimpangan negatif
		Kranggan	11.59	2	1954,3	2054,3	100,0		7599,5	7690,7	91,2		
57	01.2.09.0000.00016	Miji	08.00 - 11.59	1	2255,4	2355,4	100,0	100	9859,6	10012,2	52,6	82,9	Penyimpangan positif
		Kranggan	11.59	2	2355,4	2455,4	100,0		10060,8	10174,1	113,3		
		Kranggan	11.59	2	2354,4	2454,4	100,0	100	9859,6	10063,8	104,2	104,2	Penyimpangan negatif
59	01.1.18.0003.00009	Meri	08.00 - 11.59	1	6723,3	6823,3	100,0	100	1483,9	1587,2	103,3	103,1	Penyimpangan negatif
		Kranggan	11.59	2	6823,3	6923,3	100,0		1587,2	1690,1	102,9		
		Kranggan	11.59	1	6939,2	7039,2	100,0	100	4708	4812,5	104,5	103,0	Penyimpangan negatif
61	01.2.36.0302.00011	Meri	08.00 - 11.59	1	7139,8	7239,8	100,0	100	8110,3	8222,8	112,5	106,9	Penyimpangan negatif
		Kranggan	11.59	2	7239,8	7339,8	100,0		8222,8	8322,1	99,3		
		Kranggan	11.59	1	7339,8	7439,8	100,0	100	4006,3	4113,4	104,1	106,5	Penyimpangan negatif
63	01.2.36.0302.00015	Meri	08.00 - 11.59	2	7439,8	7539,8	100,0	100	4113,4	4222,2	108,8	100,7	Penyimpangan negatif
		Kranggan	11.59	1	7539,8	7639,8	100,0		7624,2	7921,8	97,6		
		Kranggan	11.59	2	7639,8	7739,8	100,0	100	7921,8	8025,6	103,8	106,1	Penyimpangan negatif
64	01.2.36.0404.00015	Meri	12.00 - 14.59	1	2455,7	2555,7	100,0	100	7351,9	7453,9	102	106,1	Penyimpangan negatif
		Kranggan	14.59	2	2555,7	2655,7	100,0		7453,9	7562,1	108,2		
		Kranggan	14.59	1	2656	2756	100,0	100	1888,2	1999,9	111,7	108,0	Penyimpangan negatif

No	No. Sambungan	Wilayah	Golongan	Meter Reference (Mr)			Meter Customer (Mc)			(Mr-Mc)	HASIL			
				Stand Awal	Stand Akhir	Volume (L)	Rata-Rata	Stand Awal	Stand Akhir			Volume (L)	Rata-Rata	
		Kranggan	12.00-14.59	2	2756	2856	100,0		1998,9	2100,2	100,3		negatif	
66	01.2.36.0103.00008	Meri	Domestik 12.00-14.59	1	2856,2	2956,2	100,0	100	3058,2	3058,2	0	0,0	100,0	Penyimpangan positif
		Kranggan	Domestik 12.00-14.59	2	2856,2	3056,2	100,0	100	3056,2	3058,2	0			Penyimpangan positif
67	01.2.36.0103.00006	Meri	Domestik 12.00-14.59	1	4917,4	5017,4	100,0	100	6397,7	6450,3	52,6	82,9	17,1	Penyimpangan positif
		Kranggan	Domestik 12.00-14.59	2	5017,4	5117,4	100,0	100	6450,3	6563,0	113,3			Penyimpangan positif
68	01.2.36.0201.00013	Meri	Domestik 12.00-14.59	1	5118,6	5218,6	100,0	100	8658,1	8765,5	107,4	108,0	-3,0	Penyimpangan negatif
		Kranggan	Domestik 12.00-14.59	2	5218,6	5318,6	100,0	100	8765,5	8874	108,5			Penyimpangan negatif
69	01.3.03.0000.00024	Meri	Domestik 12.00-14.59	1	6839,6	7039,6	100,0	100,0	6541	6652,5	111,5	112,6	-12,6	Penyimpangan negatif
		Kranggan	Domestik 12.00-14.59	2	7039,6	7139,6	100,0	100,0	6652,5	6766,1	113,6			Penyimpangan negatif
70	01.1.02.0000.00007	Balingsari	Domestik 08.00-11.59	1	2862,8	2962,8	100,0	100,0	4888,8	5084,5	95,7	105,9	-5,9	Penyimpangan negatif
		Magersari	Domestik 11.59	2	2962,8	3062,8	100,0	100,0	5084,5	5200,6	116,1			Penyimpangan negatif
71	01.1.02.0000.00011	Balingsari	Domestik 12.00-14.59	1	3063,1	3163,1	100,0	100,0	319,8	407,3	87,7	102,1	-2,1	Penyimpangan negatif
		Magersari	Domestik 12.00-14.59	2	3163,1	3263,1	100,0	100,0	441	557,5	116,5			Penyimpangan negatif
72	01.3.26.0000.00007	Balingsari	Non-domestik 03.00-11.59	1	5410,7	5510,7	100,0	100,0	4204,9	4331,3	126,4	119,0	-19,0	Penyimpangan negatif
		Magersari	Non-domestik 11.59	2	5510,7	5610,7	100,0	100,0	4331,3	4442,8	111,5			Penyimpangan negatif
73	01.3.02.0000.00007	Balingsari	Domestik 12.00-14.59	1	6623,6	6723,6	100,0	100,0	5138,1	5177,1	38	46,8	53,2	Penyimpangan positif
		Magersari	Domestik 12.00-14.59	2	6723,6	7023,6	100,0	100,0	5177,1	5237,2	55,6			Penyimpangan positif
74	01.1.17.0000.00012	Magersari	Domestik 08.00-11.59	1	5911	6011	100,0	100,0	3842,4	4056,2	113,8	102,5	-2,5	Penyimpangan negatif
		Magersari	Domestik 11.59	2	6011	6111	100,0	100,0	4056,2	4147,3	91,1			Penyimpangan negatif
75	01.1.17.0000.00002	Magersari	Domestik 12.00-14.59	1	7039,6	7139,6	100,0	100,0	4028,2	4129,7	101,5	100,6	-0,6	Penyimpangan negatif
		Magersari	Domestik 12.00-14.59	2	7139,6	7239,6	100,0	100,0	4129,7	4229,3	99,6			Penyimpangan negatif
76	02.1.06.0000.00004	Gedangan	Domestik 11.59	1	7238,8	7338,8	100,0	100,0	2289,2	2391,2	102	103,4	-3,3	Penyimpangan negatif
		Magersari	Domestik 11.59	2	7338,8	7438,8	100,0	100,0	2391,2	2495,9	104,7			Penyimpangan negatif
77	01.1.03.0002.00018	Gedangan	Domestik 12.00-14.59	1	7540,2	7640,2	100,0	100,0	2186,3	2289,1	99,8	101,1	-1,1	Penyimpangan negatif
		Magersari	Domestik 12.00-14.59	2	7640,2	7740,2	100,0	100,0	2289,1	2391,5	102,4			Penyimpangan negatif
78	01.2.35.0300.00001	Kenanatan	Domestik 12.00-14.59	1	168,1	268,1	100,0	100,0	4630,8	4631,8	101	96,5	0,5	Penyimpangan positif









No	No. Sambungan	Wilayah	Golongan	Meter Reference (Mr)				Meter Customer (Mc)				(Mr-Mc)	HASIL
				Stand Awal	Stand Akhir	Volume (L)	Rata-Rata	Stand Awal	Stand Akhir	Volume (L)	Rata-Rata		
		Puri	08.00 - 11.59	2 288,1	368,1	100,0		4831,8	5028,8	98			positif
79	01.1.20.0007.00008	Kenaman Puri	Domestik 08.00 - 11.59	1 368,7	468,7	100,0	100,0	7723	7832,6	109,6	106,7	-6,7	Penyimpangan negatif
80	01.4.06.0006.00015	Surodinawan Prajuritkulon	Domestik 08.00 - 11.59	1 3264,8	3364,8	100,0	100,0	1846,1	1866,5	120,4	108,3	-8,3	Penyimpangan negatif
81	01.4.06.0008.00009	Surodinawan Prajuritkulon	Domestik 08.00 - 11.59	1 3466	3666	100,0	100,0	5721,1	5816,8	95,7	104,1	-4,0	Penyimpangan negatif
82	02.1.01.0001.00002	Surodinawan Prajuritkulon	Domestik 08.00 - 11.59	1 7138,6	7238,6	100,0	100,0	694,1	797,6	103,5	102,4	-2,3	Penyimpangan negatif
83	02.1.16.0008.00006	Surodinawan Prajuritkulon	Domestik 08.00 - 11.59	1 8111,3	6211,3	100,0	100,0	9233,3	9336,5	102,2	97,3	2,7	Penyimpangan positif
84	02.1.15.0003.00002	Surodinawan Prajuritkulon	Domestik 08.00 - 11.59	1 5610,7	5910,7	100,0	100,0	459,9	551,7	91,8	89,6	10,4	Penyimpangan positif
85	02.1.17.0000.00028	Surodinawan Prajuritkulon	Domestik 08.00 - 11.59	1 5621,1	5621,1	100,0	100,0	616,8	708,9	92,1	91,1	8,9	Penyimpangan positif
86	01.1.43.0002.00001	Jagalan Kraanggan	Domestik 08.00 - 11.59	1 2761,7	2861,7	100,0	100,0	4151,3	4268,9	107,6	111,3	-11,3	Penyimpangan negatif
				1 2961,7	2961,7	100,0	100,0	4268,9	4373,8	114,9			






C.3 Dokumentasi Pengambilan Sampel Akurasi Meter Air









No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
1		
2		
3		
4		

No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
5		
6		
7		
8		

No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
9		
10		
11		
12		









No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
13	 <p>A close-up photograph of a reference water meter. The meter face is white with black markings and a red needle. The brand name 'METER' is visible at the top. The meter is mounted on a blue pipe with a blue cap labeled 'AQUA'.</p>	 <p>A photograph of a customer water meter. The meter face is white with black markings and a red needle. The meter is mounted on a metal pipe with a brass-colored cap.</p>
14	 <p>A photograph of a reference water meter. The meter face is white with black markings and a red needle. The brand name 'METER' is visible at the top. The meter is mounted on a blue pipe with a blue cap labeled 'AQUA'.</p>	 <p>A photograph of a customer water meter. The meter face is white with black markings and a red needle. The meter is mounted on a metal pipe with a brass-colored cap.</p>
15	 <p>A photograph of a reference water meter. The meter face is white with black markings and a red needle. The brand name 'METER' is visible at the top. The meter is mounted on a blue pipe with a blue cap labeled 'AQUA'.</p>	 <p>A photograph of a customer water meter. The meter face is white with black markings and a red needle. The meter is mounted on a metal pipe with a brass-colored cap.</p>
16	 <p>A close-up photograph of a reference water meter. The meter face is white with black markings and a red needle. The brand name 'METER' is visible at the top. The meter is mounted on a blue pipe with a blue cap labeled 'AQUA'.</p>	 <p>A photograph of a customer water meter. The meter face is white with black markings and a red needle. The meter is mounted on a metal pipe with a brass-colored cap.</p>

No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
17		
18		
19		
20		








No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
21		
22		
23		
24		









No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
25		
26		
27		
28		

No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
29		
30		
31		
32		


No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
33		
34		
35		
36		

No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
37		
38		
39		
40		

No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
41	 <p>A close-up photograph of a circular reference meter. The dial is white with black markings and two red needles. The brand name 'METER' is visible at the top. The number '308555' is printed on the left side of the meter's frame.</p>	 <p>A photograph of a customer meter housed in a metal casing. The meter face is partially obscured by a white label with black numbers. The numbers are arranged in a grid: '0' at the top, '10' and '10' in the middle, and '10' and '10' at the bottom.</p>
42	 <p>A close-up photograph of a circular reference meter. The dial is white with black markings and two red needles. The brand name 'METER' is visible at the top. The number '555805' is printed on the right side of the meter's frame.</p>	 <p>A photograph of a customer meter housed in a metal casing. The meter face is partially obscured by a white label with black numbers. The numbers are arranged in a grid: '10' at the top, '10' and '10' in the middle, and '10' and '10' at the bottom.</p>
43	 <p>A close-up photograph of a circular reference meter. The dial is white with black markings and two red needles. The brand name 'METER' is visible at the top. The number '308555' is printed on the right side of the meter's frame.</p>	 <p>A photograph of a customer meter housed in a metal casing. The meter face is partially obscured by a white label with black numbers. The numbers are arranged in a grid: '10' at the top, '10' and '10' in the middle, and '10' and '10' at the bottom.</p>
44	 <p>A close-up photograph of a circular reference meter. The dial is white with black markings and two red needles. The brand name 'METER' is visible at the top. The number '308555' is printed on the left side of the meter's frame.</p>	 <p>A photograph of a customer meter housed in a metal casing. The meter face is partially obscured by a white label with black numbers. The numbers are arranged in a grid: '10' at the top, '10' and '10' in the middle, and '10' and '10' at the bottom. Blue pipes are visible around the meter.</p>








No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
45		
46		
47		
48		


No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
49		
50		
51		
52		









No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
53		
54		
55		
56		

No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
57		
58		
59		
60		

No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
61		
62		
63		
64		

No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
65		
66		
67		
68		

No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
69		
70		
71		
72		

No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
73	 <p>A close-up photograph of a circular water meter with a white face and black markings. The meter is mounted on a blue pipe. The brand name 'METER' is visible on the face. The number '30855' is printed on the left side of the meter housing.</p>	 <p>A close-up photograph of a circular water meter with a white face and black markings, mounted on a blue pipe. The meter has a brass-colored rim. The brand name 'METER' is visible on the face. The number '30855' is printed on the left side of the meter housing.</p>
74	 <p>A close-up photograph of a circular water meter with a white face and black markings, mounted on a blue pipe. The meter has a brass-colored rim. The brand name 'METER' is visible on the face. The number '30855' is printed on the right side of the meter housing.</p>	 <p>A close-up photograph of a circular water meter with a white face and black markings, mounted on a blue pipe. The meter has a brass-colored rim. The brand name 'METER' is visible on the face. The number '30855' is printed on the left side of the meter housing.</p>
75	 <p>A close-up photograph of a circular water meter with a white face and black markings, mounted on a blue pipe. The meter has a brass-colored rim. The brand name 'METER' is visible on the face. The number '30855' is printed on the left side of the meter housing.</p>	 <p>A close-up photograph of a circular water meter with a white face and black markings, mounted on a blue pipe. The meter has a brass-colored rim. The brand name 'METER' is visible on the face. The number '30855' is printed on the left side of the meter housing.</p>
76	 <p>A close-up photograph of a circular water meter with a white face and black markings, mounted on a blue pipe. The meter has a brass-colored rim. The brand name 'METER' is visible on the face. The number '30855' is printed on the left side of the meter housing.</p>	 <p>A close-up photograph of a circular water meter with a white face and black markings, mounted on a blue pipe. The meter has a brass-colored rim. The brand name 'METER' is visible on the face. The number '30855' is printed on the left side of the meter housing.</p>

No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
77		
78		
79		
80		

No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
81		
82		
83		
84		

No	Meter Referensi	Meter Pelanggan
85		
86		

C.4 Data Pelanggan Dengan Pemakaian 0 m³ Selama 3 Bulan

No	No Sambungan	Pakai	Keterangan
1	01.1.01.0000.00001	0	-
2	01.1.01.0000.00003	0	-
3	01.1.01.0000.00012	0	-
4	01.1.01.0000.00014	0	-
5	01.1.01.0000.00020	0	-
6	01.1.01.0000.00022	0	-
7	01.1.01.0000.00024	0	-
8	01.1.01.0000.00026	0	-
9	01.1.03.0002.00024	0	-
10	01.1.03.0004.00009	0	-
11	01.1.04.0005.00001	0	-

No	No Sambungan	Pakai	Keterangan
12	01.1.04.0007.00006	0	-
13	01.1.04.0014.00006	0	-
14	01.1.05.0000.00032	0	-
15	01.1.05.0000.00034	0	-
16	01.1.05.0000.00043	0	-
17	01.1.12.0000.00001	0	-
18	01.1.12.0000.00006	0	-
19	01.1.14.0000.00024	0	-
20	01.1.17.0000.00010	0	-
21	01.1.20.0002.00007	0	-
22	01.1.23.0001.00002	0	-
23	01.1.23.0006.00011	0	-
24	01.1.24.0000.00011	0	-
25	01.1.42.0002.00002	0	-
26	01.1.42.0003.00010	0	-
27	01.1.43.0003.00005	0	-
28	01.1.53.1100.00005	0	-
29	01.1.53.1100.00024	0	-
30	01.2.01.0000.00025	0	-
31	01.2.05.0100.00002	0	Air tidak digunakan
32	01.2.05.0100.00003	0	Air tidak digunakan
33	01.2.09.0002.00009	0	-
34	01.2.14.0000.00009	0	-
35	01.2.16.0000.00006	0	-
36	01.2.32.0004.00009	0	-
37	01.2.35.0300.00002	0	Rumah kosong
38	01.2.36.0105.00018	0	Rumah kosong
39	01.2.36.0201.00012	0	Rumah kosong

No	No Sambungan	Pakai	Keterangan
40	01.2.37.0000.00009	0	-
41	01.2.40.0005.00004	0	-
42	01.2.40.0007.00003	0	-
43	01.2.42.0003.00009	0	Rumah kosong
44	01.2.42.0003.00011	0	-
45	01.2.42.0003.00012	0	-
46	01.2.42.0004.00004	0	Dilakukan pengujian meter air
47	01.2.42.0201.00003	0	-
48	01.3.01.0114.00005	0	-
49	01.3.03.0000.00004	0	-
50	01.3.03.0000.00015	0	-
51	01.3.08.0000.00012	0	-
52	01.3.09.0000.00010	0	-
53	01.3.11.0000.00019	0	Dilakukan pengujian meter air
54	01.3.17.0000.00003	0	-
55	01.3.22.0000.00033	0	-
56	01.3.25.0000.00018	0	-
57	01.3.27.0118.00001	0	-
58	01.3.28.0000.00003	0	-
59	01.3.29.0000.00040	0	-
60	01.4.01.0000.00014	0	-
61	01.4.03.0008.00001	0	-
62	01.4.03.0008.00002	0	-
63	01.4.03.0008.00003	0	-
64	01.4.03.0008.00006	0	-
65	01.4.04.0000.00012	0	-
66	01.4.04.0000.00027	0	-
67	01.4.05.0201.00006	0	-

No	No Sambungan	Pakai	Keterangan
68	01.4.05.0202.00008	0	-
69	01.4.06.0001.00003	0	-
70	01.4.06.0002.00003	0	-
71	01.4.06.0003.00004	0	-
72	01.4.06.0006.00018	0	-
73	01.4.07.0000.00003	0	-
74	01.4.07.0001.00002	0	-
75	01.4.08.0000.00009	0	-
76	01.4.08.0002.00003	0	-
77	01.4.08.0004.00008	0	-
78	01.4.08.0009.00011	0	-
79	01.4.08.0011.00010	0	-
80	01.4.08.0012.00015	0	-
81	01.4.10.0001.00032	0	-
82	01.4.10.0001.00035	0	-
83	01.4.10.0002.00024	0	-
84	01.4.10.0002.00030	0	-
85	01.4.13.0004.00007	0	-
86	01.4.13.0005.00017	0	-
87	01.5.01.0000.00012	0	-
88	01.5.01.0000.00014	0	-
89	01.5.01.0000.00022	0	-
90	01.5.01.0000.00023	0	-
91	01.5.01.0000.00025	0	-
92	01.5.01.0000.00033	0	-
93	01.5.01.0000.00035	0	-
94	01.5.01.0000.00037	0	-
95	01.5.01.0000.00038	0	-

No	No Sambungan	Pakai	Keterangan
96	01.5.01.0000.00039	0	-
97	01.5.01.0000.00041	0	-
98	01.5.01.0000.00042	0	-
99	01.5.01.0000.00055	0	-
100	01.5.01.0000.00059	0	-
101	01.5.01.0000.00069	0	-
102	01.5.01.0000.00084	0	-
103	01.5.01.0000.00086	0	-
104	01.5.01.0000.00096	0	-
105	01.5.01.0002.00036	0	-
106	01.5.01.0004.00012	0	-
107	01.5.01.0005.00001	0	-
108	01.5.02.0000.00016	0	-
109	01.5.02.0000.00017	0	-
110	01.5.02.0000.00019	0	-
111	01.5.03.0000.00004	0	-
112	01.5.03.0000.00009	0	-
113	01.5.03.0000.00012	0	-
114	01.5.03.0000.00021	0	-
115	01.5.03.0000.00034	0	-
116	01.5.03.0000.00043	0	-
117	01.5.03.0000.00050	0	-
118	01.5.03.0000.00053	0	-
119	01.5.03.0000.00097	0	-
120	01.5.03.0002.00003	0	-
121	01.5.04.0000.00003	0	-
122	01.5.04.0000.00006	0	-
123	01.5.05.0000.00003	0	-

No	No Sambungan	Pakai	Keterangan
124	01.5.05.0000.00004	0	-
125	01.5.05.0000.00009	0	-
126	01.5.06.0000.00011	0	-
127	01.5.06.0000.00026	0	-
128	01.5.07.0000.00010	0	-
129	01.8.01.0000.00013	0	-
130	01.8.01.0000.00029	0	-

BIOGRAFI PENULIS



Penulis merupakan putri Mojokerto yang lahir di Jombang pada tanggal 1 Agustus 1998. Merupakan anak pertama dari empat bersaudara. Penulis menempuh sekolah dasar di MI Al-Muhsinin pada tahun 2004-2010, sekolah menengah di SMPN 1 Kota Mojokerto pada tahun 2010-2013 dan MA Roudlotun Nasyi'in pada tahun 2013-2016. Penulis melanjutkan pendidikan S1 di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Perencanaan dan Kebumihan, Institut

Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2013.

Pada saat menempuh pendidikan S1 penulis mengikuti beberapa organisasi mahasiswa seperti Staf Kewirausahaan HMTL ITS pada tahun 2017-2018, Kepala Bidang di Kewirausahaan HMTL ITS pada tahun 2018-2019, dan sebagai Dirjen di Kementerian Perekonomian BEM ITS pada tahun 2018-2019. Pernah menjadi *volunteer* di bidang *Ticketing* pada acara ITS Futsal Competition pada tahun 2018, juga mengikuti kegiatan sosial Kampung Mitra HMTL di Lebak Rejo Surabaya pada tahun 2017-2019. Penulis juga bekerja di PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto pada tahun 2020.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail:

ikarchtl@gmail.com dan line dengan id: ikaroicha.



KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Ika Roichatul Jannah
NRP : 0321164000066
Judul : Studi Kehilangan Air Komersial (Studi Kasus: PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto)

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1.	21-02-2020	1. Ulangi test akurasi minimal 5x 2. Foto sampling ambil 6 foto di lapangan, per halaman 4 lokasi (2 foto/lokasi) 3. Minta data laporan tahunan 3 tahun terakhir	
2.	28-02-2020	1. Pengambilan sampel tidak ada tekanan minimal 2. Jumlah sampel tetap mengacu proposal	
3.	05-03-2020	Sudah 50 sampling dari 136, selesaikan	
4.	17-04-2020	Langsung lanjutkan ke pembahasan (Progres sampling sudah 68% tetapi ada kendala untuk melanjutkan sampling)	
5.	30-04-2020	Perhitungan volume wash out (untuk konsumsi resmi tak berekening) menggunakan rumus: $Volume = Cd \times Q \times t$, dengan nilai $Cd = 0,5$	
6.	05-05-2020	Pengiriman air menggunakan mobil tangka termasuk konsumsi resmi berekening tidak bermeter walaupun diketahui volumenya karena tidak ada alat ukurnya	
7.	12-05-2020	1. Keyword menggunakan huruf miring 2. Daftar isi belum ada bab pembahasan dan kesimpulan saran 3. Daftar tabel, masih amburadul 4. Terlalu banyak tabel, apa bisa dibuat kurva atau barchart 5. Belum ada hasil pengukuran akurasi meter air	
8.	13-05-2020	Bimbingan mengenal revisi dari hasil bimbingan sebelumnya	
9.	08-06-2020	Asistensi mengenal PPT seminar kemajuan	
10.	18-06-2020	Asistensi revisi laporan TA via zoom	
11.	05-08-2020	Asistensi draft laporan TA	

Surabaya, 15 Mei 2020
Dosen Pembimbing

Ir. Bowo Djoko Marsono, M. Eng.

Lisan Air

Lab Teknologi Pengolahan Air

Input NRP anda (tanpa spasi,format: 32xxxxxxxxxx)

321164000066

Ika Roichatul Jannah (321164000066)

Dosen Pembimbing: Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.

Saran:

Perbaiki sesuai saran dosen penguji

LULUS

Dosen Penguji 1: Dr. Ir. Agus Slamet, MSc

Saran:

1. Cara penulisan kesimpulan di sempurnakan
2. Penulisan kesimpulan dalam abstrak dan dalam bab 5 hrs sama,
3. dalam bab 2, ditambahkan teori tentang distribusi air minum, dan pengendalian kehilangan air atau NRW.

LULUS

Dosen Penguji 2: Alfian Purnomo, ST, MT

Saran:

Lihat lebih lanjut (<https://drive.google.com/open?id=1dNaeQEzN-7KKWzdKzHakF59duNPkt7NA>)

LULUS

Dosen Penguji 3: Dr. Ir. Ellina Fandebesle, MT

Saran:

sesuai catatan dalam laporan TA

LULUS

Ok

BERITA ACARA
SIDANG TUGAS AKHIR

Tanggal : 15 Juli 2020
Mahasiswa : IKA ROICHATUL JANNAH
NRP : 0321164000066

Daftar Perbaikan dan Saran

1. Daftar tabel dan daftar gambar dirapikan kembali. Contoh perbaikan:

Gambar 2.2	Lokasi IPA PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto	6	Tabel 3.7	Jumlah dan Waktu Pengambilan Sampel	26
Gambar 2.3	Peta Jaringan Pipa PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto	6	Tabel 4.1	Volume Air Produksi dan Distribusi IPA Ws 2019	27
Gambar 2.4	WB-EasyCalc Ver	23	Tabel 4.2	Peta Jaringan Pipa PDAM Maja Tirta Ta	35
Gambar 3.1	Kerangka Penulsi	27	Tabel 4.3	Jumlah Air Terjual Tahun 2019	41
Gambar 3.2	Alat Tera Meter	35	Tabel 4.4	Kategori Pelanggan PDAM Maja Tirta	49
Gambar 4.1	Peta Jaringan Pipa PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto	40			
Gambar 4.2	Jumlah Pelanggan PDAM Maja Tirta Tahun 2019	41			
Gambar 4.3	Realisasi Pengambilan Sampel Domestik	49			
Gambar 4.4	Realisasi Pengambilan Sampel Non Domestik	50			

2. Kesimpulan disederhanakan
3. Sebaiknya ada rekomendasi penurunan kehilangan air dengan software yang kemudian dianalisa prioritasnya

Dosen Pengarah,

Alfan Purnomo, ST, MT