



TUGAS AKHIR - RE 184804

**STUDI KEHILANGAN AIR MENGGUNAKAN SOFTWARE
WB-EASYCALC (STUDI KASUS PDAM SIDOARJO CABANG
WARU II)**

WIDYA HAPSARI RAHMAWATI
0321144000046

DOSEN PEMBIMBING:
WELLY HERUMURTI, ST., M.Sc.

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



TUGAS AKHIR - RE 184804

**STUDI KEHILANGAN AIR MENGGUNAKAN SOFTWARE
WB-EASYCALC (STUDI KASUS: PDAM SIDOARJO
CABANG WARU II)**

WIDYA HAPSARI RAHMAWATI
0321144000046

DOSEN PEMBIMBING
WELLY HERUMURTI, ST., M.Sc.

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



FINAL PROJECT - RE 184804

**STUDY OF WATER LOSSES WATER USING WB-
EASYCALC SOFTWARE
(STUDY CASE: SIDOARJO WATER TREATMENT PLANT
WARU II BRANCH)**

WIDYA HAPSARI RAHMAWATI
NRP. 0321144000046

ADVISOR
WELLY HERUMURTI, ST., M.Sc.

Department of Environmental Engineering
Faculty of Civil Environmental and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, 2019

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI KEHILANGAN AIR MENGGUNAKAN
SOFTWARE WB-EASYCALC (STUDI KASUS PDAM
SIDOARJO CABANG WARU II)

TUGAS AKHIR

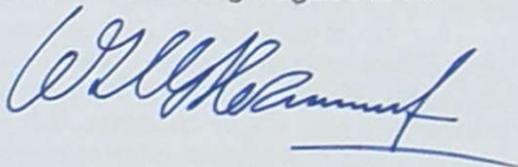
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

WIDYA HAPSARI RAHMAWATI

NRP 03211440000046

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



Welly Herumurti ST., M.Sc.

19811223 200604 1 002



STUDI KEHILANGAN AIR MENGGUNAKAN SOFTWARE WB-EASYCALC (STUDI KASUS:PDAM SIDOARJO CABANG WARU II)

Nama Mahasiswa : Widya Hapsari Rahmawati
NRP : 0321144000046
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Welly Herumurti, ST., M.Sc.

ABSTRAK

Kehilangan air yang umum terjadi di PDAM harus segera ditangani karena dapat menghambat kinerja PDAM. Kehilangan air terdiri dari kehilangan air fisik (kebocoran) dan kehilangan air non fisik (ketidakakuratan meter air, kesalahan penanganan data, dan koneksi ilegal).

Untuk menurunkan kehilangan air, diperlukan neraca air yang berfungsi sebagai pedoman dalam menentukan strategi penurunan berdasarkan komponen-komponen penyebab kehilangan air. Selain dapat menentukan komponen kehilangan air, Software WB-EasyCalc juga dapat menunjukkan akurasi perhitungan kehilangan air dan menunjukkan *Performance Indicators* PDAM untuk mengetahui kinerja PDAM.

Hasil studi ini menunjukkan bahwa tingkat kehilangan air PDAM Sidoarjo Cabang Waru II adalah 30,7% per tahun, terdiri dari kehilangan air non fisik sebesar 15,3% dan kehilangan air fisik sebesar 15,4%. Kerugian yang diakibatkan oleh kehilangan air mencapai Rp 13.277.253.027,00 per tahun. Sedangkan nilai *Performance Indicators* PDAM Sidoarjo Cabang Waru II termasuk dalam kategori C sehingga perlu adanya analisis penyebab kebocoran dan intensifikasi upaya penurunan kebocoran di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II.

Kata kunci : *kehilangan air, neraca air, WB-EasyCalc*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

STUDY OF WATER LOSSES USING WB-EASYCALC SOFTWARE (STUDY CASE: SIDOARJO WATER TREATMENT PLANT BRANCH WARU II)

Student Name : Widya Hapsari Rahmawati
NRP : 03211440000046
Departement : Teknik Lingkungan
Supervisor : Welly Herumurti, ST., M.Sc.

ABSTRACT

Water losses that normally happens in Water Treatment Plant (WTP) must be managed immediately because it can inhibit WTP performance. Water losses include Physical/Real Water losses (leakage) and Apparent/Commercial Water losses (customer meter inaccuracies, data handling errors, and illegal connection).

To reduce water losses, WTP needs water balance that has function as a guide in determining water losses reduction strategy based on components causing water losses. Besides being able to detect water losses components, WB-EasyCalc software can show the inaccuracies of water losses calculation and show WTP's performance indicator (PIs) to understand WTP performance.

Study results shows that water losses level of Sidoarjo WTP Branch Waru II is 30,7% per year, consists of apparent/commercial losses reaching 15,3% and physical/real losses reaching 15,4%. Financial loss caused by water losses was calculated reaching Rp 13.277.253.027,00 per year. While Sidoarjo WTP Branch Waru II physical losses performance indicators value included in category C in low and middle income countries so it is a necessary to analyze the leakage cause and intensify the effort in reducing water leakage in Sidoarjo WTP Branch Waru II.

Keywords : *water losses, water balance, WB-EasyCalc*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala yang telah melimpah rahmat dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Penulisan Tugas Akhir ini mengambil judul “Studi Kehilangan Air Menggunakan Software WB-EasyCalc (Studi Kasus: PDAM Sidoarjo Cabang Waru I)”. Dalam penyusunan tugas akhir ini, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Welly Herumurti, ST., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang membimbing penulis dalam penyusunan tugas akhir
2. Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem Dipl.SE, M.Sc, Bieby Voijant Tangahu S.T., M.T., Ph.D., dan Alfan Purnomo, ST., MT., selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan kritik dan saran yang membangun.
3. Karyawan PDAM Sidoarjo selaku pihak yang bekerja sama dengan penulis dalam penyusunan tugas akhir.
4. Seluruh karyawan Departemen Teknik Lingkungan
5. Semua pihak terkait yang turut andil dalam penyusunan tugas akhir ini.

Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua penulis serta kedua kakak tersayang yang selalu mendukung dan mendoakan penulis. Pada penulisan tugas akhir yang telah diusahakan semaksimal mungkin, namun tentunya masih terdapat kesalahan, untuk itu tentunya kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Terima kasih

Surabaya, 29 Juli 2019

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	
ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kehilangan Air.....	5
2.1.1 Kehilangan Air Fisik	6
2.1.2 Kehilangan Air Non Fisik.....	6
2.1.3 Menurunkan Kehilangan Air	8
2.2 Neraca Air.....	9
2.3 Software WB-EasyCalc	11
2.3.1 <i>Performance Indicator (PIs)</i> dan <i>Infrastructure Leakage Index (ILI)</i>	13
2.4 Analisis Finansial	16
BAB III GAMBARAN UMUM.....	19
3.1 Gambaran Umum Wilayah Kabupaten Sidoarjo dan Kecamatan Waru	19
3.2 PDAM Sidoarjo.....	21
3.2.1 PDAM Sidoarjo Cabang Waru II	22
BAB IV METODE PENELITIAN	25
4.1 Umum	25
4.2 Kerangka Penelitian	25
4.3 Rangkaian Kegiatan Penelitian	28
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	35

5.1	Pembuatan Neraca Air PDAM Cabang Waru II	35
5.1.1	Volume Input Sistem PDAM Sidoarjo Cabang Waru II	35
5.1.2	Volume Air Keluar	36
5.1.3	Volume Air Distribusi	38
5.1.4	Tingkat Kehilangan Air	39
5.1.5	Pelanggan PDAM Sidoarjo Cabang Waru II	41
5.1.6	Konsumsi Resmi Berekening	47
5.1.7	Konsumsi Resmi Tak Berekening	50
5.1.8	Kehilangan Air Non Fisik	53
5.1.9	Pemakaian Air	61
5.1.10	Kehilangan Air Fisik	63
5.1.11	Komponen Kehilangan Air	65
5.1.12	Data Teknis dan Finansial	70
5.1.13	Infrastructure Leakage Index	73
5.2	Analisis Kerugian	74
5.3	Strategi Penurunan Kehilangan Air	78
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		82
6.1.	Kesimpulan.....	83
6.2.	Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA.....		85
LAMPIRAN		89
BIOGRAFI PENULIS		107

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Pengambilan Sampel Meter Air	8
Tabel 2.2 Matriks Target Kehilangan Air	15
Tabel 5. 1 Input Sistem PDAM Delta Tirta Cabang Waru II.....	36
Tabel 5. 2 Volume Air Keluar Tahun 2018.....	37
Tabel 5. 3 Volume Air Distribusi Tahun 2018	38
Tabel 5. 4 Kehilangan Air PDAM Sidoarjo Cabang Waru II Tahun 2018.....	40
Tabel 5. 5 Golongan Pelanggan PDAM Sidoarjo.....	42
Tabel 5. 6 Jumlah Pelanggan Tahun 2018.....	45
Tabel 5. 7 Golongan Pelanggan PDAM Cabang Waru II.....	46
Tabel 5. 8 Konsumsi Resmi Bermeter Berekening.....	48
Tabel 5. 9 Volume Washout PDAM Sidoarjo Cabang Waru II.....	51
Tabel 5. 10 Tabel Jumlah Sampel	56
Tabel 5. 11 Rangkuman Hasil Survey Meter Air Pelanggan.....	57
Tabel 5. 12 Tabel Pemakaian Air PDAM Sidoarjo Cabang Waru II 2018.....	62
Tabel 5. 13 Diameter Pipa	71
Tabel 5. 14 Tarif Air Minum PDAM Sidoarjo.....	75
Tabel 5. 15 Harga Rata-Rata.....	76

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Neraca Air komponen-komponen NRW	10
Gambar 2.2 Tampilan WB-EasyCalc Versi 5.16	11
Gambar 3.1 Peta Administrasi Kabupaten Sidoarjo.....	20
Gambar 3.2 Peta Wilayah Pelayanan PDAM Sidoarjo	23
Gambar 4. 1 Kerangka Penelitian.....	27
Gambar 5. 1 Volume Air Keluar Tahun 2018.....	39
Gambar 5. 2 Tingkat Kehilangan Air PDAM Sidoarjo Cabang Waru II Tahun 2018	41
Gambar 5. 3 Data input konsumsi bermeter berekening	49
Gambar 5. 4 Data input konsumsi tak bermeter berekening.....	50
Gambar 5. 5 Input Data Konsumsi Bermeter Tak Berekening....	52
Gambar 5. 6 Input Data Konsumsi Bermeter Tak Berekening....	53
Gambar 5. 7 Penginputan Data Konsumsi Tak Resmi	55
Gambar 5. 8 Input Data Ketidakuratan Meter Air.....	61
Gambar 5. 9 Hasil Perhitungan Kehilangan Air Fisik	65
Gambar 5. 10 Skema Neraca Air	67
Gambar 5. 11 Gambar Neraca Air Tahunan	68
Gambar 5. 12 Neraca Air Harian	69
Gambar 5. 13 Neraca Air.....	70
Gambar 5. 14 Input Data Pipa Distribusi.....	71
Gambar 5. 15 Input Data Pipa Dinas	72
Gambar 5. 16 Input Data Suplai Intermittent.....	73
Gambar 5. 17 Input Data Finansial	77

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam proses distribusi air, masalah utama yang sering terjadi adalah adanya kehilangan air. Kehilangan air banyak dihadapi oleh PDAM di seluruh Indonesia. Masalah ini menjadi cukup serius, terutama karena kerugian yang diakibatkan. Selain mengurangi jumlah air yang masuk ke masyarakat, adanya kehilangan air menyebabkan PDAM mengalami kerugian finansial yang cukup besar karena banyaknya air yang hilang dan tak terbayarkan. Kerugian finansial ini akan menyebabkan tersendatnya perkembangan penyediaan air bersih.

Berdasarkan Ditjen Cipta Karya, kehilangan air rata-rata yang terjadi di PDAM seluruh Indonesia pada tahun 2004 adalah 37%. Angka ini cukup mengkhawatirkan. Dengan tingkat kehilangan air 37%, peluang pendapatan yang hilang mencapai Rp 1,139 triliun per tahun (Kamadi, 2009). Oleh karena itu, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 20 Tahun 2006 menetapkan kebijakan kepada seluruh PDAM untuk menurunkan kehilangan air hingga 20%. Kehilangan air juga terjadi di PDAM Delta Tirta Sidoarjo. Berdasarkan data PDAM Sidoarjo tahun 2018, kehilangan air yang terjadi di PDAM Delta Tirta Sidoarjo Cabang Waru II mencapai angka 25,19%. PDAM Delta Tirta Sidoarjo Cabang Waru II adalah cabang PDAM Sidoarjo yang melayani sebagian Kecamatan Waru. Kecamatan Waru merupakan kecamatan di Sidoarjo dengan kepadatan penduduk tertinggi yaitu sebanyak 7981,66 penduduk/km². Selain itu, penduduk di Kecamatan Waru II cukup banyak menggunakan pelayanan air minum dari PDAM Delta Tirta Sidoarjo. Sebagian dari pelanggan ini dilayani oleh PDAM Delta Tirta Sidoarjo Cabang Waru II.

Kehilangan air perlu segera diatasi karena jika dibiarkan, agar menyebabkan kerugian yang lebih besar. Salah satu tahapan dalam mengatasi kehilangan air adalah dengan mengadakan audit dengan neraca air. Neraca air merupakan suatu neraca yang menunjukkan volume yang masuk ke dalam system dan volume yang keluar dari system. Berdasarkan neraca ini, dapat diketahui komponen-komponen kehilangan air, sehingga dapat

ditentukan kebijakan-kebijakan yang perlu dilakukan untuk menurunkan kehilangan air. Pembuatan neraca air dapat dilakukan menggunakan bantuan software khusus. WB-EasyCalc merupakan salah satu software yang umum digunakan dalam mengaudit kehilangan air. Software ini memiliki kelebihan dibandingkan dengan software lainnya yaitu dapat menunjukkan akurasi dalam perhitungan Non-revenue water (NRW) dan dapat digunakan pada system penyediaan air yang intermitten ((Yi, et al, 2017). Keberadaan software ini dapat membantu PDAM dalam upaya menurunkan kehilangan air.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, diketahui bahwa kehilangan air PDAM Delta Tirta Sidoarjo Cabang Waru II masih melebihi standar yang ditetapkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum. Oleh karena itu, perlu adanya pembuatan neraca air di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II dengan bantuan software WB-EasyCalc sebagai langkah dalam upaya menurunkan kehilangan air.

1.3 Tujuan

Tujuan dari perencanaan ini adalah:

1. Menyusun neraca air PDAM Sidoarjo Cabang Waru II.
2. Menghitung kerugian finansial akibat kehilangan air di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II.
3. Menentukan strategi penurunan kehilangan air di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang Lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Studi dilakukan di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II beserta wilayah pelayanannya.
2. Studi dilakukan dari bulan Februari sampai dengan Juni 2019.
3. Aspek yang dikaji adalah aspek teknis (kehilangan air, performance indicators) dan aspek finansial (kerugian akibat kehilangan air).

4. Neraca air yang disusun meliputi komponen kehilangan air non fisik dan fisik.
5. Studi kehilangan air dilakukan menggunakan bantuan software WB-EasyCalc versi 5.16.
6. Jenis data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder.
7. Penelitian ini tidak membahas tentang kualitas air pada jaringan distribusi
8. Hasil studi meliputi:
 - a. Neraca air yang menunjukkan komponen-komponen kehilangan air
 - b. Performance indicators Kehilangan Air Fisik
 - c. Analisis kerugian

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi penulis dan pembaca
Dapat memberikan pengetahuan mengenai kehilangan air di PDAM meliputi komponen-komponennya dan kerugian yang ditimbulkan.
2. Bagi pihak PDAM
Dapat menjadi sumber dan acuan dalam upaya menurunkan kehilangan air di masa yang akan datang.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kehilangan Air

Berdasarkan *Obradovic dan Landsdale dalam Saparina (2017)*, kehilangan air dapat didefinisikan sebagai selisih antara jumlah air yang didistribusikan dengan air yang dikonsumsi. Kehilangan air sendiri dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu kehilangan air secara non fisik (komersial) yang dapat disebut sebagai “*apparent losses*” dan kehilangan air secara fisik atau kehilangan air yang sebenarnya yang biasa disebut sebagai “*real losses*” atau “kebocoran”.

Berdasarkan Al-Maskati, (2011), *Non Revenue Water (NRW)* atau Air Tak Berekening (ATR) dapat diartikan sebagai selisih atau perbedaan antara volume air yang masuk ke dalam sistem dan jumlah air yang memberikan pendapatan ke penyedia air. Sedangkan berdasarkan Farok (2016), NRW adalah selisih antara volume input sistem dengan konsumsi resmi berekening. Volume Input Sistem adalah volume tahunan yang dimasukkan ke dalam sistem penyediaan air yang berkaitan dengan perhitungan neraca air. Konsumsi Resmi adalah volume tahunan air meteran dan / atau non-meteran yang diambil oleh pelanggan terdaftar, pemasok air, dan lainnya yang secara implisit atau eksplisit diizinkan untuk melakukannya untuk keperluan domestik, komersial, dan industri. Hal ini termasuk air yang diekspor.

$$\text{NRW} = \text{System Input} - \text{Billed Authorized Consumption} \dots\dots\dots (2.1)$$

Komponen-komponen NRW meliputi konsumsi resmi tak berekening, kehilangan air fisik, dan kehilangan air non fisik. Konsumsi Resmi Tak Berekening dapat mencakup air yang digunakan untuk pemadam kebakaran atau air gratis yang didistribusikan dalam sistem pipa tegak atau yang disediakan untuk lembaga keagamaan (McIntosh, 2003). Berdasarkan Al-Maskati (2011), Konsumsi Resmi Tak Berekening adalah volume air yang disediakan untuk kelompok orang atau perusahaan yang

tidak perlu membayar karena kelompok tersebut dianggap sebagai pelanggan yang sangat penting.

Tingkat NRW di negara berkembang sangat tinggi dan memerlukan biaya yang besar untuk upaya menurunkan NRW. Kehilangan air menyebabkan kerugian baik bagi PDAM maupun bagi pelanggan. Kerugian yang dialami oleh PDAM adalah kerugian finansial. Berdasarkan catatan Perpamsi tahun 2012, kerugian yang diakibatkan dapat mencapai Rp 1,43 triliun. Sedangkan kerugian yang dialami oleh pelanggan adalah berkurangnya volume suplai air dan terganggunya tekanan air (Heston dan Pasawati (2016).

2.1.1 Kehilangan Air Fisik

Kehilangan air fisik atau *real loss* adalah kehilangan air sesungguhnya yang berasal dari sistem dan terdiri atas kebocoran dari pipa transmisi dan distribusi, kebocoran dan luapan dari tangki penyimpanan air dan kebocoran dari koneksi layanan hingga dan termasuk meteran (Environmental Protection Agency, 2013).

Faktor kehilangan air secara fisik. Faktor ini meliputi beberapa subfaktor yaitu

- a. konstruksi yang tidak sesuai dengan ketentuan standar,
- b. *water hammer*,
- c. tekanan internal tinggi (saat tekanan statis maksimum),
- d. kualitas bahan pipa dan aksesoris
- e. usia jaringan, dan
- f. tekanan eksternal tinggi (aktivitas diatas pipa).

Berdasarkan Badan Peningkatan Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum (BPPSPAM) (2009), kehilangan fisik dapat dihitung dengan rumus di bawah ini.

$$\text{Kehilangan Fisik} = \text{Volume Input Sistem} - \text{Konsumsi Resmi} - \text{Kehilangan Komersial} \dots \dots \dots (2.2)$$

2.1.2 Kehilangan Air Non Fisik

Kehilangan air non fisik terjadi ketika air yang seharusnya ikut terbayarkan menjadi hilang akibat tindakan-tindakan tidak sah atau karena terdapat kesalahan kalkulasi (Environmental Protection Agency, 2013).

Faktor kehilangan air secara non fisik. Faktor ini meliputi beberapa subfaktor yaitu:

- Kesalahan pembacaan meter air,
- Ketidakakuratan meter air
- *Illegal Connection* (Pencurian)
- Kesalahan Administrasi (*Handling Data*).

Meter Air

Meter air merupakan alat yang digunakan menghitung volume air yang didistribusikan oleh PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) ke pelanggan, sehingga dapat ditentukan jumlah yang harus dibayar. Meter air merupakan salah satu unit distribusi yang berfungsi sebagai sistem akuntabilitas dan memiliki pengaruh terhadap kehilangan air dari segi non fisik. Berdasarkan Nazar dan Soedjono (2012), Pengukuran meter efektif untuk perbandingan antara jumlah air yang diukur dalam proses produksi dan jumlah air yang dikirim ke pelanggan, yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kebocoran. Pengukuran tingkat akurasi meter air pelanggan bertujuan untuk menganalisis tingkat penyimpangan pengukuran volume air oleh meter air yang terjadi di lapangan.

Uji akurasi meter air dilakukan dengan membandingkan antara pembacaan meter pelanggan dengan meter referensi. Serangkaian alat uji akurasi dipasang pada kran pelanggan. Penyimpangan pada meter pelanggan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Penyimpangan} = \frac{\text{Vol meter pelanggan} - \text{Vol meter referensi}}{\text{Vol meter referensi}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

Sedangkan penentuan jumlah sampel dalam uji akurasi meter air didasarkan pada Chakrapani dalam Laporan IWA (2008) menggunakan metode Simple Random Sampling. Tabel di bawah ini merupakan tabel jumlah pengambilan sampel meter air sesuai error margin.

Tabel 2.1 Tabel Pengambilan Sampel Meter Air

Error Margin	Tidak Terbatas	1000000	500000	250000	100000	10000	5000
1%	9604	9513	9423	9249	8762	4899	3288
2%	2401	2359	2390	2378	2345	1936	1622
3%	1067	1066	1065	1063	1056	964	879
4%	600	600	600	599	597	566	536
5%	384	384	384	384	383	370	357
6%	267	267	267	266	266	260	253
7%	196	196	196	196	196	192	189
8%	150	150	150	150	150	148	146
9%	119	119	119	119	118	117	116
10%	96	96	96	96	96	95	94

Sumber: IWA, 2008

2.1.3 Menurunkan Kehilangan Air

Berdasarkan Kamadi (2009), pada prinsipnya, penurunan NRW atau ATR dapat dilakukan dengan menurunkan kehilangan air pada setiap komponen NRW. Mengetahui komponen NRW merupakan langkah mendasar untuk mengontrol kehilangan air. Dengan mengetahui komponen NRW, kita dapat menentukan kebijakan yang perlu dilakukan untuk mengatasi komponen NRW. Oleh karena itu, perlu adanya data yang akurat mengenai komponen NRW melalui pengukuran, perhitungan, dan bila perlu dilakukan estimasi-estimasi dengan aturan tertentu. Selain itu, beberapa metode yang dapat dilakukan untuk menurunkan kehilangan air adalah sebagai berikut:

- Segera memperbaiki kebocoran yang terlihat.
- Selalu memperbarui peta jaringan perpipaan.
- Mengukur semua produksi dan konsumsi dengan benar.
- Alat deteksi kebocoran adalah yang terakhir, bukan yang pertama. Namun bila memiliki peralatan deteksi kebocoran, dapat segera dimanfaatkan
- Tambahkan pengukuran distrik.
- Selalu memperbaharui database pelanggan.
- Penggantian meter air pelanggan khususnya yang berumur di atas 5 tahun.
- Membentuk staf khusus yang bertanggung jawab untuk mengatasi kehilangan air di zona-zona kecil.
- Mencari sambungan-sambungan ilegal secara rutin

- Memberikan bonus insentif untuk staff khusus kehilangan air

2.2 Neraca Air

Secara sederhana, pengertian audit air adalah suatu rangkaian kegiatan yang dilakukan untuk memperhitungkan air yang dimasukkan ke dalam sistem distribusi dan pendistribusiannya, baik yang dapat dilacak penggunaannya maupun yang hilang. Audit air sebaiknya dilakukan setiap tahun sekali. Untuk mempermudah pelaksanaan audit air, diperlukan instrument pembantu yaitu neraca air (Kamadi, 2009). Neraca air adalah sebuah cara atau metode perhitungan kehilangan air yang diluncurkan oleh International Water Association (IWA), yang memudahkan dalam menganalisis kehilangan air (Sya'bani, 2016). Pada hakekatnya neraca air merupakan kerangka untuk menilai kondisi kehilangan air di suatu PDAM.

Neraca air merupakan elemen yang sangat penting untuk mengetahui komponen-komponen penyebab kehilangan air untuk menentukan usaha-usaha yang perlu dilakukan dalam menurunkan kehilangan air dalam perusahaan air minum (Rakhmad dan Masduqi, 2018). Komponen NRW dapat ditentukan dengan melakukan analisis neraca air. Neraca air standar yang terdefinisi dengan jelas adalah langkah mendasar dalam penilaian NRW dan pengelolaan kehilangan air dalam sistem distribusi air minum (Al-Maskati, 2011).

Berdasarkan Syaputra (2011), neraca air merupakan sarana untuk menghitung kehilangan air yang bertujuan untuk melakukan checking/ kontrol pada tiga komponen utama yang menjadi indikator sehat tidaknya sistem penyediaan air minum PDAM yaitu, input sistem, konsumsi dan kehilangan air. Penggunaan Neraca Air untuk melakukan sistem pengawasan laju kehilangan air sangat diperlukan bagi PDAM untuk mengetahui sejauh mana tingkat efisiensi sistem penyediaan air minum PDAM. Pada prinsipnya, neraca air mengharuskan PDAM menghitung atau setidaknya menaksir dengan tepat setiap jenis distribusi/konsumsi air dan memasukkan ke dalam komponen-komponen yang sesuai. Selain itu, harus dipastikan pula volume input, yaitu volume air yang didistribusikan ke dalam sistem PDAM, baik dengan melihat pada

meter induk maupunmenaksir bila input tidak dipasang meter induk (Kamadi, 2009).

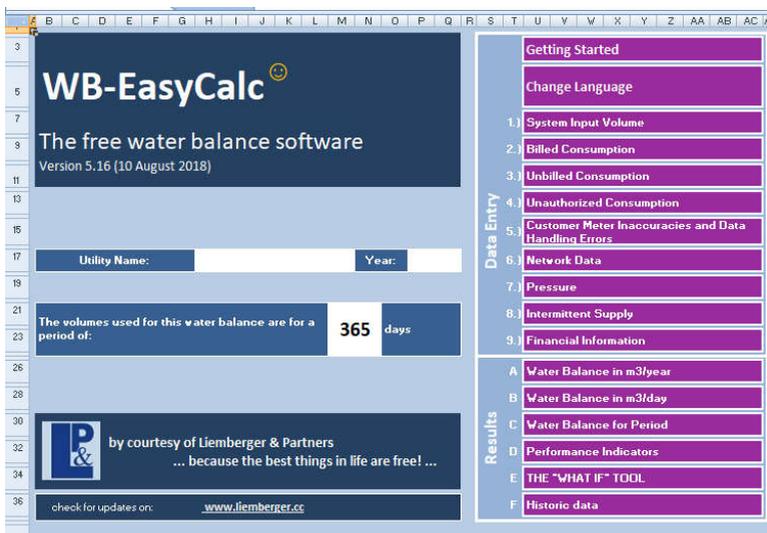
Volume Input Sistem	Konsumsi Resmi	Konsumsi Resmi Berekening	Konsumsi Bermeter Berekening	Air Berekening	
			Konsumsi Tak Bermeter Berekening		
		Konsumsi Resmi Tak Berekening	Konsumsi Bermeter Tak Berekening	Air Tak Berekening (NRW)	
			Konsumsi Tak Bermeter Tak Berkerening		
	Kehilangan Air	Kehilangan Air Non-Fisik	Konsumsi Tak Resmi		
			Ketidakakuratan Meter Pelanggan dan Kesalahan Penanganan Data		
		Kehilangan Air Fisik	Kebocoran pada Pipa Distribusi dan Transmisi		
			Kebocoran dan Luapan dari Tangki-Tangki Penyimpanan Perusahaan Air Minum		
Kebocoran di Pipa Dinas hingga ke Meter Pelanggan					

Gambar 2.1 Neraca Air komponen-komponen NRW
 Sumber: BPPSPAM, 2009

Gambar 2.1 menunjukkan contoh neraca air berdasarkan prinsip International Water Association (IWA). Pada gambar tersebut dapat diketahui beberapa komponen kehilangan air dan komponen air tak berekening (NRW). Volume input system merupakan jumlah air yang tercatat masuk ke dalam distribusi air minum. Dari input tersebut, terdapat air yang tercatat terkonsumsi dan air yang tidak tercatat terkonsumsi atau dalam hal ini adalah kehilangan air. Kehilangan air dibagi menjadi kehilangan air fisik dan kehilangan air non fisik. Komponen kehilangan air non fisik meliputi konsumsi tak resmi dan Ketidakakuratan meter pelanggan serta kesalahan penanganan data. Komponen kehilangan air fisik meliputi kebocoran pada pipa distribusi dan transmisi; kebocoran dan luapan dari tangki-tangki penyimpanan perusahaan air minum; serta kebocoran di pipa dinas hingga ke meter pelanggan. Sedangkan komponen air tak berekening atau *Non Revenue Water (NRW)* meliputi semua komponen kehilangan di tambah dengan komponen konsumsi resmi tak berekening yaitu konsumsi bermeter tak berekening dan konsumsi tak bermeter tak berekening.

2.3 Software WB-EasyCalc

Untuk dapat menghitung neraca air, diperlukan pemahaman terhadap sistem produksi dan distribusi yang diterapkan dalam suatu PDAM. Umumnya PDAM mempunyai sistem produksi, transmisi, distribusi, meter pelanggan, sistem pencatatan pemakaian air dan rekening. Pada sistem-sistem yang tersebut di atas terdapat kemungkinan-kemungkinan kehilangan air. Program bantu untuk menghitung neraca air adalah "WB Easy Calc" yang diterbitkan oleh Liemberger and Partner dan dapat dipergunakan secara bebas tanpa biaya. Program ini dijalankan menggunakan program pengolah data berbasis spreadsheet (BPPSPAM, 2013).



Gambar 2.2 Tampilan WB-EasyCalc Versi 5.16
Sumber: Aplikasi WB-EasyCalc Versi 5.16

Gambar 2.2 menunjukkan tampilan dari software WB-EasyCalc versi 5.16. Berdasarkan gambar tersebut, software ini memiliki 2 fitur utama yaitu Data Entry dan Results. Fitur Data Entry merupakan fitur yang berfungsi untuk menginput data-data yang diperlukan dalam analisis neraca air meliputi volume input system, konsumsi berekening, konsumsi tak berekening,

konsumsi tak resmi, ketidakakuratan meter pelanggan dan kesalahan penanganan data, data jaringan, tekanan, suplai intermitten, dan data financial. Sedangkan fitur Results merupakan fitur yang berisi hasil yang secara otomatis didapatkan dari perhitungan neraca air menggunakan software WB-EasyCalc. Hasil dari analisis meliputi neraca air tahunan, neraca air harian, indikator kinerja, dan fungsi What If.

Software WB-EasyCalc sangat membantu dalam merencanakan neraca air dan dapat menunjukkan akurasi perhitungan kehilangan air (Rakhmad dan Masduqi, 2018). Dengan menggunakan perangkat WB-Easycalc, proyeksi penyediaan air dapat direncanakan secara efektif. Perangkat ini juga dapat merumuskan strategi dan kebijakan yang baik dan dapat diterapkan untuk mengontrol kehilangan air (Yi, et al, 2017).

Adapun data-data yang diperlukan untuk menghitung neraca air, diantaranya adalah data volume air yang didistribusikan, data tarif, data teknis, dan sebagainya. Secara lebih rinci data dan alat yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

- a. Gambar nyata laksana jaringan perpipaan (*as built drawing*), terutama untuk zona *District Meter Area* (DMA).
- b. Jumlah pelanggan tahun yang dihitung.
- c. Jumlah konsumsi air/penjualan air berdasarkan kategori pelanggan untuk tahun yang dihitung.
- d. Tarif air per kategori dan tarif rata-rata.
- e. Jumlah sambungan (aktif, diputus tapi pipa dinas masih terpasang).
- f. Rincian biaya produksi tahun yang dihitung.
- g. Rincian biaya operasional tahun yang dihitung.
- h. Kehilangan air 5 tahun terakhir.
- i. Target kehilangan air 5 tahun ke depan (bila ada).
- j. Data dasar untuk pengisian neraca air

Dari data yang didapat dilakukan analisis dengan menggunakan software WB-Easycalc dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Melakukan input data sumber air pada kolom volume input sistem.
- b. Melakukan input data konsumsi berekening bermeter.
- c. Melakukan input data konsumsi berekening tak bermeter.

- d. Melakukan input data konsumsi tak berekening bermeter.
- e. Melakukan input data konsumsi tak berekening tak bermeter.
- f. Memperkirakan konsumsi tak resmi
- g. Memperkirakan ketidakakuratan meter dan kesalahan penanganan data
- h. Menghitung kehilangan air fisik
- i. Menghitung air tak berekening
- j. Melakukan input data jaringan distribusi pipa pelanggan pada kolom pipadistribusi dan transmisi.
- k. Melakukan input data jaringan distribusi pipa dinas pada kolom pipa dinas.
- l. Melakukan input data tekanan air di jaringan pipa distribusi pada kolomtekanan rata – rata.
- m. Melakukan input data perkiraan jumlah sambungan pipa distribusi pada kolom suplai intermitten.

2.3.1 Performance Indicator (PIs) dan Infrastructure Leakage Index (ILI)

Sistem *performance indicators* (PIs) dapat dianggap sebagai alat penilaian utama untuk pencapaian target, dengan menerapkan serangkaian indikator yang koheren. *Performance indicators* bermanfaat untuk

- lebih memahami kehilangan air
- menentukan target untuk perbaikan
- mengukur dan membandingkan kinerja
- mengembangkan standar

Performance indicators (PIs) diidentifikasi sebagai alat yang tepat untuk mengevaluasi kinerja sistem penyediaan air. PIs diidentifikasi dapat digunakan untuk mengukur efisiensi dan efektivitas utilitas dalam mencapai tujuannya. *Performance indicators* (PIs) yang paling banyak digunakan di negara berkembang untuk kinerja kehilangan air adalah *Non-Revenue Water (NRW)* yang dinyatakan dalam volume input sistem. Sedangkan di negara maju, *NRW* digunakan sebagai indikator keuangan dan bukan sebagai indikator operasional, sebaliknya *Infrastructure Leakage Index (ILI)* digunakan sebagai indikator kinerja teknis untuk kehilangan air (Dighade, et al, 2014)

ILI saat ini semakin banyak digunakan di dunia internasional, sebagai salah satu indikator yang paling baik,

untuk menilai kehilangan air fisik. *Infrastructure Leakage Index (ILI)* adalah indikator kinerja kehilangan air (fisik) nyata dari jaringan pasokan sistem distribusi air. *ILI* dikembangkan oleh *International Water Association (IWA)* dan *Water Loss Task Force (WLTf)* dan pertama kali diterbitkan pada tahun 1999. Secara singkat, *ILI* adalah perbandingan (rasio) *CARL* dengan *MAAPL*.

$$ILI = \text{CARL} / \text{MAAPL} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

CAPL : *Current (real) Annual Physical Losses*, kehilangan fisik tahun saat ini (riil), bisa diperoleh dari neraca air.

MAAPL : *Minimum Achievable Annual Physical Losses*, tingkat kehilangan minimum yang bisa dicapai pada pengelolaan penyedia air minum yang memiliki jaringan dalam kondisi baik dan melakukan pengendalian kebocoran secara aktif secara intensif.

ILI mengukur seberapa baik fungsi manajemen infrastruktur – perbaikan, jaringan perpipaan, aset manajemen, dan active leakage control. *ILI* tidak memiliki unit dan dengan demikian memfasilitasi perbandingan antar negara yang menggunakan unit pengukuran yang berbeda. Berikut ini merupakan matriks target kehilangan air fisik.



Gambar 2. 3 Konsep *ILI*
 Sumber: Asian Development Bank, 2008

Tabel 2.2 Matriks Target Kehilangan Air

Kategori Kinerja Teknis		ILI	Kehilangan Fisik (Liter/sambungan/hari)				
			(saat jaringan bertekanan) pada tekanan rata-rata:				
			10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
Situasi Negara Maju	A1	< 1.5		< 25	< 40	< 50	< 60
	A2	1.5 - 2		25-50	40-75	50-100	60-125
	B	2 - 4		50-100	75-150	100-200	125-250
	C	4 - 8		100-200	150-300	200-400	250-500
	D	> 8		> 200	> 300	> 400	> 500
Situasi Negara Sedang Berkembang	A1	< 2	< 25	< 50	< 75	< 100	< 125
	A2	2-4	25-50	50-100	75-150	100-200	125-250
	B	4 - 8	50-100	100-200	150-300	200-400	250-500
	C	8 - 16	100-200	200-400	300-600	400-800	500-1000
	D	> 16	> 200	> 400	> 600	> 800	> 1000

Sumber: WB-EasyCalc 2018

- a. Kategori A1
Kinerja pengelolaan kebocoran kelas dunia; secara teoritis kemungkinannya hanya marjinal untuk penurunan lebih lanjut.
- b. Kategori A2
Upaya penurunan kehilangan air tidak ekonomis kecuali ada kekurangan pasokan; analisis yang cermat diperlukan untuk identifikasi perbaikan yang ekonomis
- c. Kategori B
Potensial untuk dilakukan perbaikan; coba pengaturan tekanan; penanganan kebocoran secara aktif, dan peningkatan pemeliharaan jaringan
- d. Kategori C
Pencatatan kebocoran yang buruk; hanya dapat ditoleransi bila airnya berlimpah dan murah; meskipun begitu, harus tetap dianalisis tingkat dan penyebab kebocoran dan intensifkan upaya penurunan kebocoran
- e. Kategori D
Pemborosan sumber daya secara yang luar biasa; program penurunan kebocoran harus diprioritaskan

2.4 Analisis Finansial

Analisis finansial bertujuan untuk mengetahui perkiraan dalam hal pendanaan dan aliran kas, sehingga dapat diketahui layak atau tidaknya bisnis yang dijalankan. Menurut Husnan dan Muhammad (2000), analisis finansial merupakan suatu analisis yang membandingkan antara biaya dan manfaat untuk menentukan apakah suatu bisnis akan menguntungkan selama umur bisnis. Analisis laba rugi adalah salah satu analisis kelayakan finansial yang berisi laporan total penerimaan pengeluaran dan kondisi keuntungan yang diperoleh suatu perusahaan dalam satu tahun produksi. Laporan laba rugi menggambarkan kinerja perusahaan dalam upaya mencapai tujuannya selama periode tertentu. Laporan laba rugi mengandung sebuah informasi yang penting tentang suatu usaha, yaitu laba atau rugi bersih.

- **Penghasilan**

Penghasilan perusahaan dapat diperoleh dari penjualan total terhadap produk yang dihasilkan selama periode yang

tertentu. Penjualan merupakan sumber penghasilan utama bagi perusahaan. Penjualan bersih diperoleh dari penjualan kotor dikurangi penjualan yang dikembalikan (*return*).

- Biaya

Biaya mencakup semua pengeluaran yang dikeluarkan perusahaan. Secara garis besar, macam-macam biaya yang termasuk didalamnya adalah biaya tetap, biaya variabel, pajak, rugi yang diakibatkan penjualan aktif tetap dan penyusutan barang investasi.

- Laba atau Rugi Bersih

Labanya bersih dapat diperoleh dari seluruh penghasilan dikurangi seluruh biaya. Jika nilai selisih tersebut adalah positif, maka nilai tersebut sebagai keuntungan perusahaan, sedangkan nilai yang negatif menandakan kerugian perusahaan. Besarnya laba bersih yang dapat dicapai akan menjadi ukuran sukses bagi perusahaan.

Kerugian finansial PDAM pada dasarnya adalah mengubah kehilangan air menjadi rupiah. Menghitung kerugian dalam rupiah, dengan mengalikan kehilangan air tahunan dengan harga air rata-rata pada tahun tersebut. Berdasarkan Sya'bani (2016), untuk mendapatkan kerugian dalam rupiah, maka angka kehilangan air yang telah didapatkan dari analisis menggunakan software WB-EasyCalc dikalikan dengan harga air rata-rata pada tahun tersebut. Secara teoritis, total kerugian rupiah/tahun akibat kehilangan air dapat dihitung berdasarkan rumus dibawah ini :

$$NRW = (H \times D) \times B \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

- H = Kehilangan air (%)
- D = Volume input sistem / air yang didistribusikan (m³)
- NRW = Kerugian rupiah akibat kehilangan air (Rp/tahun)
- B = Harga air rata-rata (Rp)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III GAMBARAN UMUM

3.1 Gambaran Umum Wilayah Kabupaten Sidoarjo dan Kecamatan Waru

Kabupaten Sidoarjo merupakan salah satu kabupaten yang terletak di Propinsi Jawa Timur dengan Sidoarjo sebagai ibukotanya. Kabupaten Sidoarjo terletak antara 112°5' dan 112°9' Bujur Timur dan antara 7°3' dan 7°5' Lintang Selatan dengan ketinggian antar 0 sampai dengan 25 m. Berdasarkan hasil proyeksi penduduk, jumlah Penduduk di Kabupaten Sidoarjo tahun 2018 mencapai 2.226.424 dengan komposisi jumlah penduduk laki-laki 1.122.597 jiwa dan penduduk perempuan berjumlah 1.103.827 jiwa.

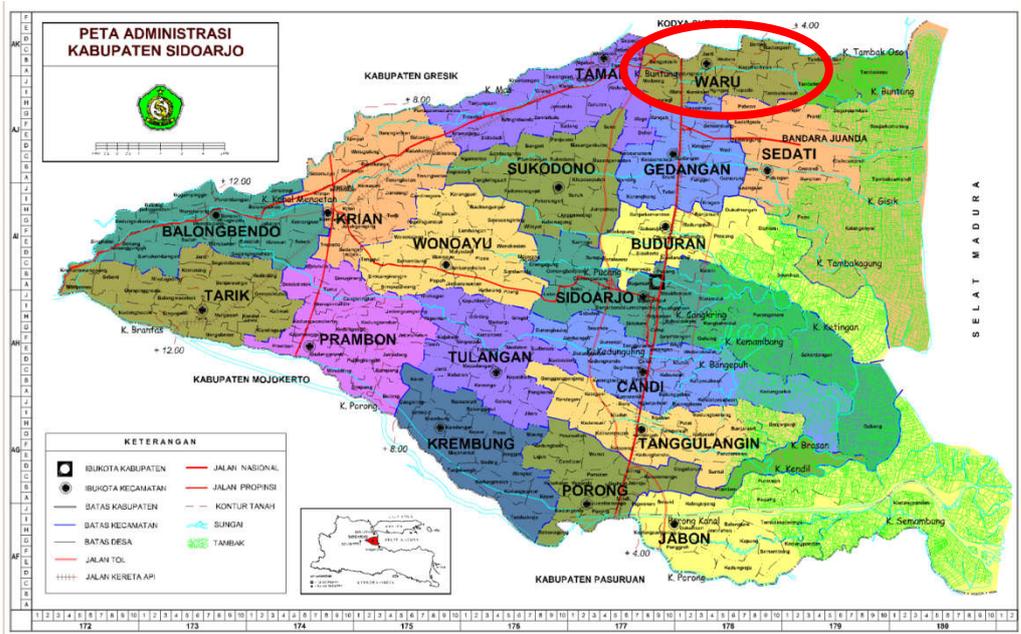
Berikut ini merupakan batas-batas administratif Kabupaten Sidoarjo.

Sebelah utara	: Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik
Sebelah selatan	: Kabupaten Pasuruan
Sebelah barat	: Kabupaten Mojokerto
Sebelah timur	: Selat Madura

Pada tugas akhir ini, studi kehilangan air dilakukan di Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo. Kecamatan Waru berada di wilayah utara dari Kabupaten Sidoarjo, berjarak kurang lebih 17 Km dari Ibukota Kabupaten. Adapun batas-batas administratif Kecamatan Waru antara lain:

Sebelah utara	: Kota Surabaya
Sebelah selatan	: Kecamatan Gedangan
Sebelah timur	: Kecamatan Sedati
Sebelah barat	: Kecamatan Taman

Kecamatan ini berbatasan dengan Kota Surabaya, dan di kecamatan ini terdapat Terminal Purabaya yang merupakan terminal bus terbesar di Indonesia dan menjadi tempat pemberhentian bus jurusan Surabaya maupun Sidoarjo. Selain itu, Kecamatan Waru merupakan salah satu kawasan industri utama di selatan Surabaya. Karena berbatasan langsung dengan Surabaya menyebabkan kultur masyarakatnya cukup majemuk dengan tingkat mobilitas penduduk yang tinggi.



Gambar 3.1 Peta Administrasi Kabupaten Sidoarjo
 Sumber: Google

3.2 PDAM Sidoarjo

PDAM Delta Tirta Sidoarjo merupakan salah satu perusahaan air minum milik daerah yang mengelola penyediaan air bersih untuk masyarakat di Kabupaten Sidoarjo. Penyediaan air bersih di Kabupaten Sidoarjo ini sudah ada sejak jaman pemerintahan Hindia Belanda oleh *Waterleiding Bedrijven*. Setelah Indonesia merdeka, kepengurusan pelayanan air bersih berganti menjadi milik Dinas Pekerjaan Umum Propinsi Jawa Timur. Dengan adanya Perda Propinsi Dati I : No. 4/1976, tanggal 10 Juli 1976, Pemerintah Kabupaten Sidoarjo menerima penyerahan sebanyak 1.904 unit pelanggan yang meliputi wilayah Larangan, Candi, Candi Selatan, Porong, Gedangan, Waru, Buduran Selatan, Buduran Utara, Tanggulangin, Sepanjang, Kedurus, Driyorejo, Krian, Prambon dan Watu Tulis. Pada tanggal 5 Juli 1978 terbit Peraturan Daerah Kabupaten Dati II Sidoarjo No. 5/1978 tentang Pembentukan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dan disahkan oleh Gubernur KDH. Tingkat I Jawa Timur, dengan Nomor: HK/498/1978.

Jumlah pelanggan PDAM Delta Tirta per Desember 2017 telah mencapai 134897 sambungan rumah atau telah mencakup pelayanan Kabupaten Sidoarjo sebanyak 36,74%. Secara administrasi, PDAM Delta Tirta Sidoarjo memiliki 1 kantor pusat yang terletak di Kota Sidoarjo dan 7 cabang wilayah pelayanan, antara lain:

- Cabang Sidoarjo
- Cabang Porong
- Cabang Taman
- Cabang Taman
- Cabang Krian
- Cabang Waru II
- Cabang Waru II

Air Baku yang digunakan dalam Instalasi Pengolahan Air (IPA) di PDAM Delta Tirta Sidoarjo berasal dari sungai, afvoer, dan air bawah tanah (ABT) di lokasi IPA, yaitu :

- IPA Sedati terletak di Desa Pepe, Sedati berasal dari Afvoer Joblong.

- IPA Siwalanpanji terletak di Desa Siwalanpanji, Buduran berasal dari Afvoer Buduran
- IPA Wonoayu dari air bawah tanah di Desa Wonoayu
- IPA Tulangan dari air bawah tanah di Desa Tulangan
- IPA Porong dari Kanal Porong.

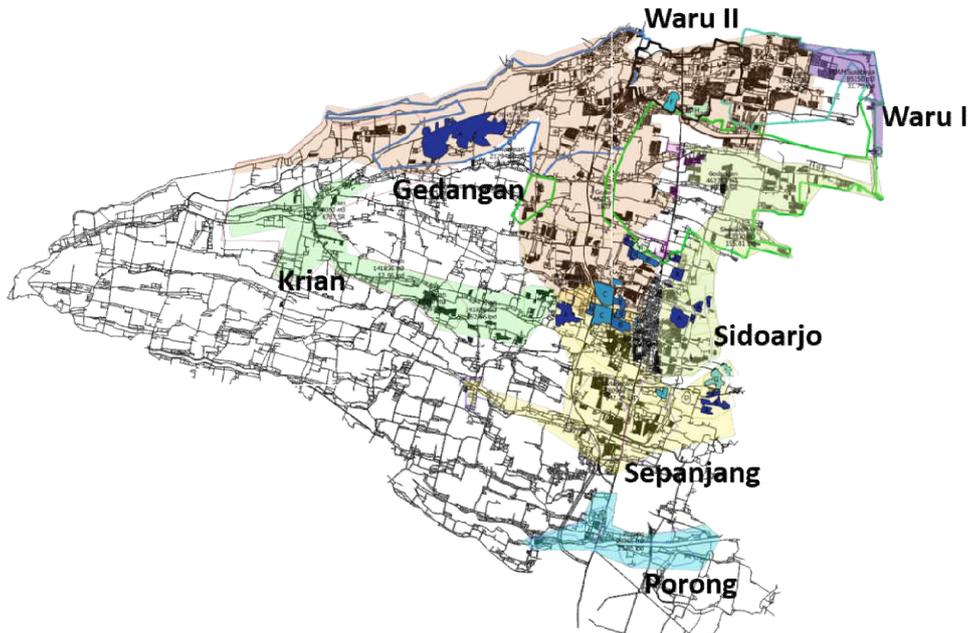
Selain itu, PDAM Delta Tirta juga memiliki cabang IPA yang dikelola oleh mitra swasta, antara lain :

- IPA PT. Taman Tirta Sidoarjo dari Sungai Pelayaran di Desa Tawangsari, Sepanjang
- IPA PT. Hanarida Tirta Birawa dari Sungai Pelayaran di Desa Tawangsari, Sepanjang.

Untuk saat ini penekanan kehilangan air dilaksanakan oleh PDAM melalui survey langsung kepada masyarakat secara berkala dan sesuai dengan laporan evaluasi bulanan, survey yang dilakukan oleh tim gabungan PDAM untuk mengetahui kendala yang terjadi di masyarakat, check meteran air serta pengecekan saluran pipa PDAM untuk menghindari terjadinya kebocoran (Handayani, 2017).

3.2.1 PDAM Sidoarjo Cabang Waru II

PDAM Sidoarjo Cabang Waru II merupakan salah satu cabang wilayah pelayanan PDAM Delta Tirta Sidoarjo. PDAM Sidoarjo Cabang Waru II terletak di Perumahan Makarya Binangun, Jalan Dewi Sartika Barat nomor 1, Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo. Pada cabang wilayah ini, PDAM melayani penyediaan air minum untuk sebagian wilayah Kecamatan Waru. Sumber air baku yang digunakan oleh PDAM Sidoarjo Cabang Waru II berasal dari mata air Umbulan dan IPA Tawangsari. Pelanggan yang mendominasi wilayah ini berasal dari kalangan rumah tangga. Selain rumah tangga, jumlah pelanggan dari golongan industri juga cukup banyak dikarenakan Waru merupakan kawasan industri. Berdasarkan Daftar Rekening Ditagi PDAM Sidoarjo (2018), jumlah sambungan rumah yang dilayani oleh Sidoarjo Cabang Waru II pada Bulan Desember tahun 2018 adalah sebanyak 18.623 pelanggan. Kehilangan air yang terjadi di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II diketahui mencapai 25,19% .



Gambar 3.2Peta Wilayah Pelayanan PDAM Delta Tirta Sidoarjo
Sumber: PDAM Sidoarjo

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Umum

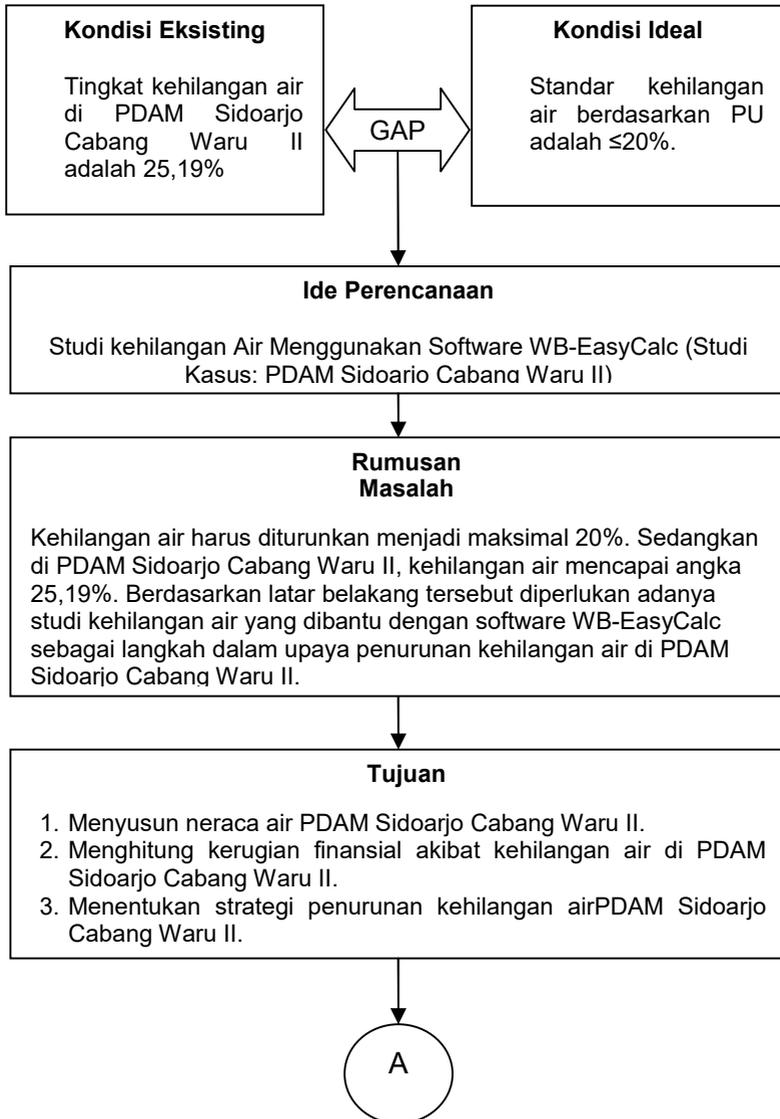
Pada tugas akhir ini dilakukan studi mengenai kehilangan air di PDAM Sidoarjo Cabang Waru Ildengan software WB Easycalc. Metode penelitian ini disusun sebagai pedoman dalam melaksanakan proses studi sehingga sesuai dengan tujuannya:

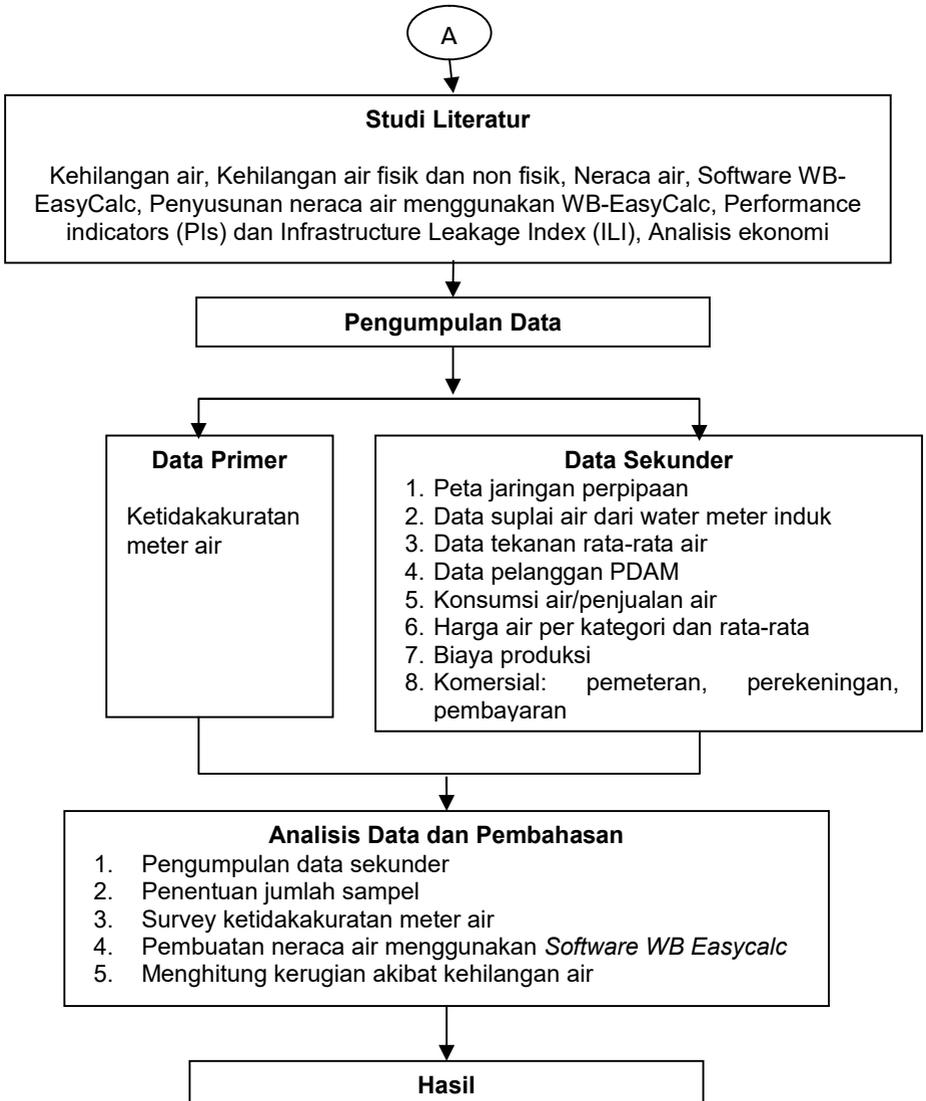
1. Memberikan kemudahan dan kelancaran dalam pelaksanaan penelitian.
2. Memberikan gambaran awal mengenai tahapan-tahapan penelitian yang sistematis dan efisien.
3. Memperkecil kesalahan selama pelaksanaan penelitian.
4. Mengatasi permasalahan untuk dilakukan optimasi.

Studi ini meliputi dua aspek yakni aspek teknis dan aspek finansial. Proses studi dimulai dari pengumpulan data primer dan sekunder, analisis kehilangan air non fisik, analisis kehilangan air fisik, pembuatan neraca air menggunakan software WB-EasyCalc, analisis penurunan kehilangan air, dan analisis kerugian akibat kehilangan air.

4.2 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian merupakan gambaran awal mengenai alur studi. Penyusunan kerangka penelitian yang jelas dan sistematis dapat memberikan arahan dan pedoman kepada penulis untuk menyelesaikan masalah dengan langkah dan tahapan yang terstruktur. Hal ini akan mempermudah penulis dalam proses pelaksanaan studi. Kerangka penelitian ini berisi tahapan yang dilakukan dalam studi dari awal meliputi pengambilan ide, perumusan masalah dan tujuan, pengumpulan data hingga tahap akhir meliputi pengolahan data, pembahasan, dan penarikan kesimpulan dan saran. Kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1.





Gambar 4. 1 Kerangka Penelitian

4.3 Rangkaian Kegiatan Penelitian

Rangkaian kegiatan penelitian terdiri dari penjelasan tahapan – tahapan yang dilakukan selama pelaksanaan perencanaan ini. Berikut ini merupakan uraian rangkaian kegiatan penelitian.

1. Ide Penelitian

Ide perencanaan diperoleh dari adanya ketidaksesuaian (GAP) antara kondisi ideal dengan kondisi eksisting di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II. Pada kondisi ideal, kehilangan air harus diturunkan menjadi maksimal 20%. Sedangkan pada kondisi eksisting di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II, kehilangan air mencapai angka 25,19%.

Berdasarkan latar belakang tersebut diperlukan adanya studi kehilangan air yang dibantu dengan software WB-EasyCalc sebagai langkah dalam upaya penurunan kehilangan air di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II.

2. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka bertujuan untuk membantu dan mendukung ide penelitian serta dapat meningkatkan pemahaman lebih jelas terhadap ide yang akan direncanakan. Tinjauan pustaka juga harus mendapatkan feedback dari analisa data dan pembahasan untuk menyesuaikan hasil analisa dengan literatur yang ada. Sumber literatur yang digunakan adalah jurnal internasional, jurnal nasional, peraturan dan baku mutu, prosiding, text book, serta tugas akhir yang berhubungan dengan studi ini. Data-data pustaka yang diperlukan antara lain:

1. Kehilangan air

Pada studi ini, pustaka mengenai kehilangan air merupakan pustaka utama yang diperlukan. Pustaka mengenai kehilangan air di antaranya meliputi definisi kehilangan air, jenis kehilangan air yang terbagi menjadi fisik dan non fisik, komponen-komponen kehilangan air, penyebab kehilangan air, serta penanganan kehilangan air.

2. Neraca air

Pustaka mengenai neraca air

3. Software WB-EasyCalc

Pustaka mengenai Software WB-EasyCalc berfungsi untuk memahami lebih jauh software yang akan

digunakan dalam studi ini. Pustaka mengenai Software WB-EasyCalc meliputi pengenalan terhadap software, fungsi software, dan kelebihan software dengan software lainnya, data-data yang diperlukan untuk menjalankan software, output yang dihasilkan, serta cara penggunaan software untuk menganalisis kehilangan air yang terjadi di PDAM

4. Performance indicators (PIs) dan Infrastructure Leakage Index (ILI)

Salah satu hasil dalam penggunaan Software WB-EasyCalc adalah performance indicators (PIs). Oleh karena itu, penting untuk memahami tentang performance indicators (PIs) dan infrastructure leakage index (ILI). Pustaka yang dibutuhkan meliputi definisi, fungsi dalam audit kehilangan air,

5. Analisis ekonomi

Pustaka mengenai analisis ekonomi digunakan untuk menganalisis kerugian yang dialami PDAM akibat kehilangan air. Pustaka terkait meliputi cara menghitung kehilangan air dalam rupiah.

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan untuk memperoleh segala macam informasi yang dapat menunjang proses penelitian. Pengumpulan data dapat dilakukan dengan cara survey, sampling dll. Jenis data berdasarkan cara memperolehnya dibagi atas data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh berdasarkan pengukuran atau pengamatan langsung di lapangan sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh dari sumber data lain baik dari jurnal, dokumen dll.

Data primer yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri atas:

a. Ketidakakuratan meter air pelanggan

Ketidakakuratan meter air didapatkan melalui survey uji akurasi meter air kepada pelanggan PDAM Sidoarjo Cabang Waru II. Penentuan jumlah pelanggan sebagai sampel didasarkan pada Laporan Neraca Air IWA (2008). Uji akurasi meter air dilaksanakan di daerah pemukiman dalam wilayah pelayanan PDAM Sidoarjo Cabang Waru II. Uji

akurasimeter air dilakukan dengan membandingkan volume yang keluar dari kran airpelanggan dengan bacaan meter air. Air yang keluar diwadahi menggunakan embeyang telah diberi ukuran volume 1L, 2L, 3L, dst.sambil mencocokkan jumlah air yang tertampung di ember dengan jumlah air yang terbaca pada meter air. Pengambilan sampel dilakukansebanyak 3 kalipada tiap sampel masing-masing pengambilan adalah sebanyak 1 liter.

Data sekunder yang diperlukan dalam perencanaan ini meliputi:

- a. Peta jaringan perpipaan
- b. Data sumber air
- c. Data suplai air dari water meter induk
- d. Data tekanan rata-rata air di jaringan pipa distribusi
- e. Data pelanggan PDAM
- f. Konsumsi air/penjualan air berdasarkan kategori pelanggan selama satu tahun
- g. Konsumsi air/penjualan air per sambungan selama satu tahun
- h. Harga air per kategori dan rata-rata
- i. Jumlah sambungan
- j. Biaya produksi
- k. Kehilangan air
- l. Target kehilangan air 5 tahun ke depan
- m. Data meter bermasalah
- n. Data kebocoran dan washout

Data-data di atas didapatkan dari PDAM Sidoarjo Pusat dan Cabang Waru II utamanya dari laporan bulanan PDAM.

4. Analisis Data dan Pembahasan

Analisis data dan pembahasan dilakukan setelah data-data yang dibutuhkan telah dikumpulkan. Adapun analisis data dan pembahasan yang dilakukan meliputi :

- a. Pengumpulan data sekunder
Pengumpulan data sekunder dilakukan melalui PDAM Sidoarjo Pusat dan Cabang Waru II sedangkan pengumpulan data primer dengan melakukan survey pada meter induk.

- b. Penentuan jumlah sampel
Menentukan jumlah pelanggan yang akan dijadikan sampel untuk survey ketidakakuratan meter air pelanggan berdasarkan Laporan Neraca Air Kota Guelph oleh IWA(2018).
- c. Survey ketidakakuratan meter air pelanggan
Melakukan survey ketidakakuratan meter air pelanggan untuk menganalisis kehilangan air non fisik.
- d. Pembuatan neraca air menggunakan software WB-EasyCalc
 - Menghitung volume input sistem distribusi
Volume input sistem merupakan catatan jumlah air yang masuk menuju jaringan distribusi air bersih di suatu wilayah selama periode waktu tertentu. Volume input sistem dihitung melalui jumlah hasil perhitungan selisih angka kubikasi watermeter distribusi bulan berikutnya terhadap bulan sebelumnya selama 1 tahun (12 bulan).
 - Menentukan konsumsi berekening
Menentukan konsumsi berekening yang meliputi konsumsi bermeter berekening dan tak bermeter berekening. Konsumsi bermeter berekening diketahui dari hasil pencatatan konsumsi air pelanggan dalam rekening air Bulanan. Sedangkan konsumsi tak bermeter berekening ditentukan berdasarkan jumlah volume air yang terjual dari mobil tangki PDAM keliling (jika ada). Data ini kemudian diinput dalam kolom Billed Consumption dalam WB-EasyCalc
 - Menghitung konsumsi air tak berekening
Menentukan konsumsi tak berekening yang meliputi konsumsi bermeter tak berekening dan tak bermeter tak berekening. Konsumsi bermeter tak berekening diketahui dari jumlah pemakaian air oleh PDAM untuk operasional PDAM sendiri (cuci filter, buang lumpur, dan air service instalasi). Sedangkan konsumsi tak bermeter berekening ditentukan dari jumlah pemakai air oleh PDAM untuk operasional distribusi dan pelanggan (perbaikan kebocoran, ganti/test meter air pelanggan, sambungan baru).

- Menentukan konsumsi tak resmi
Menentukan konsumsi tak resmi berdasarkan jumlah sambungan ilegal dari hasil survey yang dilakukan PDAM, kemudian diasumsikan jumlah orang per rumah tangga dan dikali dengan asumsi pemakaian air rata-rata.
 - Menginput ketidakakuratan meter air dan kesalahan penanganan data
Menentukan persentase pencatatan meter lebih rendah berdasarkan pengukuran akurasi meter air serta menentukan volume air yang hilang karena kesalahan penanganan data berdasarkan persentase kesalahan penanganan data yang dilaporkan PDAM.
 - Menginput data teknis
Memasukkan data diameter dan panjang pipa jaringan distribusi dalam kolom Network. Setelah itu, memasukkan tekanan rata-rata harian distribusi dan jumlah sambungan dalam kolom Pressure serta data kontinyu tidaknya distribusi dalam kolom Intermittent Supply.
 - Menginput data finansial
Memasukkan tarif rata-rata konsumsi air dan biaya operasional tahunan dalam kolom Financial Data.
- e. Analisis kerugian akibat kehilangan air
Menghitung kerugian dalam rupiah, dengan mengalikan kehilangan air tahunan dengan harga air rata-rata pada tahun tersebut.
- f. Hasil
Hasil studi merupakan hasil berdasarkan analisis data dan pembahasan. Hasil studi meliputi:
- Neraca air beserta komponen kehilangan air
 - Neraca air harian
 - Neraca air tahunan
 - Performance Indicators (PIs)
 - Performance Indicator Kehilangan Fisik
 - Kerugian PDAM

5. Kesimpulan dan Saran

Membuat kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian dan memberikan saran bagi peneliti lain dan PDAM Sidoarjo Cabang Waru II.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pembuatan Neraca Air PDAM Sidoarjo Cabang Waru II

Pembuatan neraca air di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II dilakukan menggunakan software World Bank EasyCalc (WB-EasyCalc). Software WB-EasyCalc dapat menunjukkan akurasi perhitungan kehilangan airdan dapat digunakan pada sistem penyediaan air yang internmitten. Perangkat ini juga dapat merumuskan strategi dan kebijakan yang baik dan dapat diterapkan untuk mengontrol kehilangan air. Software WB-EasyCalc sangat membantu dalam merencanakan neraca airsecara efektif. Software ini dapat diunduh secara gratis di internet dan dapat dibuka dengan pengolah data berbasis spreadsheet. Pada saat software dibuka, hal pertama kali yang perlu diatur adalah periode pengolahan atau pembuatan neraca air. Pada studi ini, periode yang digunakan untuk membuat neraca air adalah satu tahun. Langkah selanjutnya adalah penginputan data dalam software WB-EasyCalc berdasarkan data yang telah diperoleh dari PDAM Sidoarjo Cabang Waru II. Langkah-langkah tersebut akan dijelaskan pada sub bab-sub bab selanjutnya.

5.1.1 Volume Input Sistem PDAM Sidoarjo Cabang Waru II

Volume input sistem merupakan jumlah air yang masuk ke dalam suatu sistem. Dalam hal ini, sistem yang dimaksud adalah PDAM Sidoarjo Cabang Waru II. Air yang masuk ke PDAM ini kemudian akan didistribusikan kepada pelanggan PDAM Sidoarjo Cabang Waru II. Volume input sistem yang masuk ke PDAM Sidoarjo Cabang Waru II berasal dari Instalasi Pengolahan Air Minum Tawangsari dan mata air Umbulan. Selain itu, terdapat pula air yang merupakan kiriman dari PDAM Sidoarjo Cabang Waru I. Air masuk melalui jaringan pipa meter tapping Umbulan, jembatan Polwil, jembatan Jatim Steel, meter Spring of Tomorrow, meter Kutilang, meter Kolonel Sugiono, meter Semabung-Sawotratap, meter Ratu Ayu, dan Sidodadi Taman/Pondok Legi. Berikut ini merupakan rekapan volume input sistem di PDAM Cabang Waru II selama satu tahun pada tahun

2018. Sedangkan data volume input sistem yang masuk melalui masing-masing pipa dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5. 1Input Sistem PDAM Delta Tirta Cabang Waru II

Bulan	Air Masuk (m³/bulan)	L/s
Januari	1.322.509	503,24
Februari	1.323.791	503,72
Maret	1.229.111	467,70
April	1.348.335	513,06
Mei	1.310.842	498,80
Juni	1.333.664	507,48
Juli	1.323.745	503,71
Agustus	1.348.687	513,20
September	1.348.522	513,14
Oktober	1.292.021	491,64
November	1.307.348	497,47
Desember	1.288.492	490,29
Total	15.777.065	6.003,44
Rata-rata	1.314.755	500,29

Sumber: Laporan Non Revenue Water PDAM Sidoarjo, 2018

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa total jumlah air yang masuk ke PDAM Sidoarjo Cabang Waru II selama tahun 2018 adalah sebanyak 15.777.065 m³. Sedangkan rata-rata air yang masuk setiap bulan pada tahun 2018 adalah sebanyak 1.314.755 m³.

5.1.2 Volume Air Keluar

Volume air keluar merupakan jumlah air yang keluar dari PDAM Sidoarjo Cabang Waru II menuju ke system lain atau ke PDAM cabang lainnya. Berdasarkan Laporan Non Revenue Water, sebagian air dari PDAM Sidoarjo Cabang Waru II dikirimkan ke PDAM Sidoarjo Cabang Taman dan Cabang Waru

I. Air keluar melalui jaringan pipa jembatan Ispatindo, Herocyn, meter Rewwin, meter Brigjen Katamso, meter Ambeng-ambeng, Alas Tipis, Nyi Cempo, dan Rawon Nguling. Volume air keluar dari tiap jaringan pipa dapat dilihat pada lampiran. Sedangkan tabel di bawah menunjukkan volume air keluar PDAM Sidoarjo Cabang Waru II setiap bulan pada Tahun 2018.

Tabel 5. 2Volume Air Keluar Tahun 2018

Bulan	Air Keluar (m³/bulan)	L/s
Januari	755.283	287,40
Februari	755.587	287,51
Maret	715.205	272,15
April	775.129	294,95
Mei	773.566	294,36
Juni	774.026	294,53
Juli	741.771	282,26
Agustus	778.922	296,39
September	759.463	288,99
Oktober	713.315	271,43
November	767.014	291,86
Desember	762.533	290,16
Total	9.071.813	3.451,98
Rata-rata	755.984	287,66

Sumber: Laporan Non Revenue Water PDAM Sidoarjo, 2018

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa air yang keluar menuju PDAM cabang lain terjadi setiap bulan. Jumlah air yang keluar dari PDAM Sidoarjo Cabang Waru II selama tahun 2018 adalah 9.071.813 m³. Sedangkan rata-rata jumlah air yang keluar setiap bulan pada tahun 2018 adalah sebanyak 755.984 m³.

5.1.3 Volume Air Distribusi

Volume air distribusi merupakan jumlah air yang diperuntukkan khusus bagi kebutuhan distribusi kepada pelanggan air minum PDAM Sidoarjo Cabang Waru II. Air terdistribusi ini adalah volume input system yang tidak dialirkan menuju cabang lain. Dengan kata lain, air terdistribusi dapat dirumuskan sebagai volume input sistem dikurangi dengan volume air keluar. Berikut ini adalah tabel volume air distribusi di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II selama tahun 2018.

Tabel 5. 3Volume Air Distribusi Tahun 2018

Bulan	Air Distribusi (m³/s)
Januari	567.226
Februari	568.204
Maret	513.906
April	573.206
Mei	537.276
Juni	559.638
Juli	581.974
Agustus	569.765
September	589.059
Oktober	578.706
November	540.333
Desember	525.959
Total	6.705.252
Rata-rata	558.771

Sumber: Laporan Non Revenue Water PDAM Sidoarjo, 2018

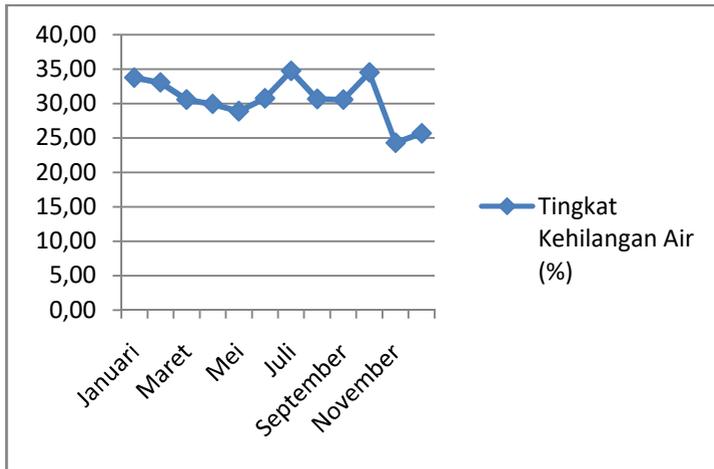
Data volume distribusi ini kemudian dimasukkan ke dalam software WB-EasyCalc pada sheet System Input dengan memasukkan data volume input sistem dan volume air keluar yang telah didapatkan.

PDAM Sidoarjo. Salah satu usaha yang dilakukan adalah membentuk Tim Kehilangan Air. Tim ini merupakan tim khusus yang bertugas menangani permasalahan kehilangan air di PDAM Sidoarjo. Untuk menurunkan kehilangan air, Tim Kehilangan Air memiliki program step test setiap bulan sekali, melakukan pendataan meter bermasalah, merekap dan menindaklanjuti laporan kebocoran, mengkoordinir wilayah cabang kaitannya dengan kehilangan air, hingga menghitung tingkat kehilangan air di Kabupaten Sidoarjo. Selain itu, Tim Kehilangan Air juga merekap data-data mengenai kehilangan air di masing-masing cabang PDAM dalam sebuah laporan tahunan kehilangan air. Berdasarkan laporan Tim Kehilangan Air, tingkat kehilangan air yang terjadi di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II pada tahun 2018 adalah sebesar 30,6%. Tingkat kehilangan air setiap bulan dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini.

Tabel 5. 4Kehilangan Air PDAM Sidoarjo Cabang Waru II Tahun 2018

Bulan	Kehilangan Air (%)
Januari	33,74
Februari	33,05
Maret	30,56
April	29,93
Mei	28,88
Juni	30,74
Juli	34,72
Agustus	30,65
September	30,56
Oktober	34,50
November	24,30
Desember	25,67
Total	367,30
Rata-rata	30,61

Sumber: Tim Kehilangan Air PDAM Sidoarjo, 2019



Gambar 5. 2Tingkat Kehilangan Air PDAM Sidoarjo Cabang Waru II Tahun 2018

Sumber: Tim Kehilangan Air PDAM Sidoarjo, 2019

Berdasarkan tabel dan grafik di atas, dapat diketahui bahwa rata-rata tingkat kehilangan air pada tahun 2018 adalah sebesar 30,61%. Tingkat kehilangan air setiap bulan pada tahun 2018 mengalami kenaikan maupun penurunan, namun tingkat kehilangan air setiap bulan masih melebihi standar kehilangan air oleh Kementerian Pekerjaan Umum yakni maksimal 20%. Oleh karena itu, masih diperlukan adanya upaya-upaya penanganan kehilangan air di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II.

5.1.5 Pelanggan PDAM Sidoarjo Cabang Waru II

PDAM Sidoarjo Cabang Waru II melayani distribusi air di sebagian wilayah Kecamatan Waru. Pelanggan PDAM Sidoarjo terdiri dari berbagai golongan. PDAM Sidoarjo mengategorikan pelanggan menjadi 19 golongan. Daftar Golongan pelanggan PDAM Sidoarjo dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. 5 Golongan Pelanggan PDAM Sidoarjo

Golongan Pelanggan	Keterangan
IA	Tempat Ibadah
IB	Tempat ibadah beserta Yayasan & TPQ
	Yayasan Panti Asuhan / Jompo / Penderita Cacat
	Rumah Yayasan Panti Sosial
IC	Pondok Pesantren
ID	Puskesmas Pembantu
IE	Puskesmas dengan Fasilitas Rawat Inap
IIA	Rumah Tangga dengan daya listrik 450 Watt, NJOP ≤ 60 s/d 100 jt, luas bangunan ≤ 36 m ²
IIB	Rumah Tangga dengan daya listrik 900 Watt, NJOP > 60 s/d 100 jt, luas bangunan 36 s/d 45m ²
IIC	Rumah Tangga dengan daya listrik 900 s/d 1300 Watt, NJOP > 100 s/d 200 jt, luas bangunan 45 s/d 90m ²
IID	Rumah Tangga dengan daya listrik 1300 s/d 2200 Watt, NJOP > 200 s/d 400 jt, luas bangunan > 90 s/d 200 m ²
	Rumah berniaga
IIE	Rumah Tangga dengan daya listrik > 2200 Watt, NJOP > 400 jt, luas bangunan > 200 s/d 400 m ²
IIF	Rumah Tangga dengan daya listrik > 2200 Watt, NJOP > 400 jt, luas bangunan > 400 m ²
IIG	Asrama / Instansi Pemerinta

Golongan Pelanggan	Keterangan
	Asrama / Instansi TNI dan Polri
	Balai RT/RW
IIIA	Hidran Umum
	Lembaga Non Departemen
	Poliklinik / Rumah Sakit Ibu dan Anak
	Tempat Kost, Pegadaian
	Sekolah, Lembaga Pendidikan
	Pondok Pesantren Modern
	Laundry, Fotocopy
IIIB	Perguruan Tinggi
	Klinik Swasta, Rumah Sakit Pemerintah
	Praktek Dokter
	Pertokoan, Ruko, Foto Studio, Kafe
	Bengkel Sepeda Motor
	Cuci Mobil
	Usaha Koperasi
	Biro Jasa
	Panti Pijat
	Usaha Kebugaran Jasmani
	Gedung Kesenian
	Laboratorium, Apotik, Optik
	Karaoke / Rumah Bioskop
	Radio Swasta / Media Elektronik
	Gedung Olahraga Swasta
IIIC	Industri Kecil
	Bengkel Mobil
	Penginapan / Homestay

Golongan Pelanggan	Keterangan
	Bioskop
	Rumah Sakit Swasta
IIID	Restoran, Supermarket
	Dealer Kendaraan Bermotor
	Kantor Lembaga Bantuan Hukum
	Kantor Notaris / KA / PPAT
	Konsultan, Kantor Real Estate
	Firma, CV, PT, Pergudangan (Swasta)
	Usaha Penjualan Air
	Tempat Rekreasi
IIIE	Plaza, Pasar Induk, Peternakan
	BUMN dan BUMD
	Terminal AKDP / AKAP
	SPBU Pertamina
	Bank
	Lembaga Keuangan Non Bank
IIIF	Hotel
	Industri Besar, Industri Periklanan
	Kolam Renang
	Pabrik Gudang Pendingin (Cold Storage)
IIIG	Bandar Udara / Pelabuhan Laut

Sumber: Hubungan Pelanggan PDAM Sidoarjo

Berdasarkan Daftar Rekening Ditagih (DRD) PDAM Sidoarjo, hingga Bulan Desember 2018, jumlah pelanggan PDAM Sidoarjo Cabang Waru mencapai sebanyak 18.623 sambungan dengan rata-rata 18.442 sambungan. Sambungan ini terdiri dari berbagai golongan, di antaranya yaitu rumah tangga, tempat ibadah, instansi, industri kecil, dll. Jumlah pelanggan setiap bulan

sepanjang tahun 2018 dan jumlah pelanggan per golongan pada Bulan Desember 2018 dapat dilihat pada tabel di bawah ini. Sedangkan untuk informasi lebih lengkap mengenai jumlah pelanggan dan golongan setiap bulan dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5. 6Jumlah Pelanggan Tahun 2018

Bulan	Jumlah Pelanggan
Januari	18.334
Februari	18.364
Maret	18.369
April	18.405
Mei	18.415
Juni	18.422
Juli	18.424
Agustus	18.417
September	18.443
Oktober	18.496
November	18.590
Desember	18.623
Rata-rata	18.442

Sumber: Daftar Rekening Ditagih PDAM Sidarjo

Berdasarkan data tabel di atas, dapat diketahui bahwa setiap bulan, jumlah pelanggan mengalami kenaikan kecuali pada Bulan Agustus yang justru mengalami penurunan. Kenaikan jumlah pelanggan menandakan adanya pelanggan baru sedangkan penurunan jumlah pelanggan menandakan adanya penutupan layanan distribusi PDAM baik secara sukarela dari pelanggan maupun secara paksa oleh pihak PDAM. Penutupan secara paksa oleh PDAM dapat disebabkan karena pelanggan tidak membayar tagihan pemakaian air selama tiga bulan berturut-turut sehingga menyebabkan PDAM merugi. Sedangkan

tabel di bawah ini menunjukkan jumlah pelanggan masing-masing golongan di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II.

Tabel 5. 7Golongan Pelanggan PDAM Cabang Waru II

Golongan	Jumlah Sambungan
IA	89
IB	14
IC	1
ID	2
IE	1
IIA	0
IIB	5
IIC	6.772
IID	10.043
IIE	533
IIF	83
IIG	78
IIIA	203
IIIB	647
IIIC	35
IIID	56
IIIE	12
IIIF	49
IIIG	0

Sumber: Daftar Rekening Ditagih PDAM Sidoarjo

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa, pelanggan PDAM Sidoarjo terdiri dari banyak golongan dengan jumlah yang berbeda-beda. Jenis golongan yang mendominasi PDAM Cabang Waru II adalah golongan IID, IIC, IIIB, IIE, dan IIIA. Dalam kata lain, pelanggan PDAM Sidoarjo Cabang

Waru II didominasi oleh pelanggan golongan rumah tangga dan lembaga atau organisasi yang membutuhkan air bersih untuk keperluan domestik dalam jumlah yang tidak terlalu besar.

5.1.6 Konsumsi Resmi Berekening

Konsumsi resmi berekening adalah volume air yang dikonsumsi oleh pelanggan yang secara sah diijinkan dan jumlah pemakaiannya dikenakan biaya. Konsumsi resmi berekening terdiri dari konsumsi resmi bermeter berekening dan konsumsi resmi tak bermeter berekening. Konsumsi resmi bermeter berekening adalah Konsumsi resmi berekening yang pemakaian airnya diukur menggunakan meter air. Sebaliknya, konsumsi tak bermeter berekening, adalah konsumsi berekening yang tidak diukur menggunakan meter air.

Konsumsi resmi bermeter berekening PDAM Sidoarjo Cabang Waru II dapat diketahui dari pencatatan konsumsi air melalui meter air Bulanan dalam Daftar Rekening Ditagih (DRD) PDAM Sidoarjo. Daftar Rekening Ditagih adalah daftar tagihan kepada pelanggan-pelanggan resmi PDAM yang mendapatkan layanan air melalui distribusi jaringan pipa PDAM. Pelanggan-pelanggan tersebut ditagihkan setiap bulan setelah perwakilan dari PDAM melakukan pembacaan pemakaian air pada meter pelanggan.

Sedangkan konsumsi tak bermeter berekening dapat diketahui dari air yang terjual tetapi jumlah air tersebut tidak diukur melalui meter seperti penjualan air yang berasal dari mobil tangki PDAM keliling. Berdasarkan wawancara di PDAM Sidoarjo, didapatkan bahwa semua air yang dijual oleh PDAM Sidoarjo telah dimeterkan termasuk air yang terjual melalui mobil tangki PDAM keliling, sehingga PDAM Sidoarjo sudah tidak terdapat konsumsi tak bermeter berekening. Selain itu, diketahui pula bahwa tangki air keliling PDAM Sidoarjo hanya diperuntukkan sebagai bantuan dan tidak dijual. Berdasarkan hal tersebut, maka data konsumsi bermeter berekening hanya berasal dari air terjual yang didistribusikan melalui pipa kepada pelanggan. Selanjutnya dalam perhitungan konsumsi resmi berekening, konsumsi tidak bermeter berekening dianggap tidak ada atau sama dengan nol. Ringkasan jumlah air terjual di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II

setiap bulan dapat dilihat pada tabel di bawah. Sedangkan untuk data lebih lengkap, dapat dilihat di lampiran.

Tabel 5. 8Konsumsi Resmi Bermeter Berekening

Bulan	Jumlah Pelanggan	Air Terjual (m ³)	Total (Rp)
Januari	18.334	375.832	2.596.432.100
Februari	18.364	380.398	2.654.990.800
Maret	18.369	356.880	2.499.839.700
April	18.405	401.670	2.844.007.400
Mei	18.415	382.084	2.687.824.000
Juni	18.422	387.629	2.687.717.700
Juli	18.424	379.921	2.662.731.600
Agustus	18.417	395.110	2.777.321.300
September	18.443	409.031	2.871.265.000
Oktober	18.496	379.032	2.643.117.900
November	18.590	409.023	2.874.147.200
Desember	18.623	390.965	2.752.128.100
Total	221.302	4.647.575	32.551.522.800
Rata-rata	18.442	387.298	2.712.626.900

Sumber: Daftar Rekening Ditagih PDAM Sidarjo

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa konsumsi bermeter berekening selama tahun 2018 adalah sebanyak 4.647.575 m³ dengan rata-rata konsumsi air setiap bulan adalah sebanyak 387.298 m³. Data konsumsi berekening ini selanjutnya dimasukkan ke dalam software WB-EayCalc pada sheet Billed Consumption. Pada kolom Billed Metered Consumption diisi jumlah konsumsi bermeter berekening yaitu 4.647.575 m³. Sedangkan pada kolom Billed Unmetered Consumption diisi dengan angka nol dan secara otomatis, software akan mengganti nol dengan tanda "-". Tampilan input

Berdasarkan wawancara dengan Tim Kehilangan Air PDAM Sidoarjo, perhitungan konsumsi air untuk washout dan pemasangan baru maupun penyiraman taman masih belum akurat. Biasanya pemakaian dapat diperkirakan untuk suatu kegiatan, namun belum ada laporan mengenai jumlah pemakaian air untuk washout. Sehingga tim PDAM menghitung asumsi volume washout berdasarkan diameter pipa dan durasi kegiatan washout. Tabel di bawah menunjukkan volume air yang hilang akibat kegiatan washout di PDAM Waru II setiap bulan selama tahun 2018. Durasi kegiatan washout dan diameter pipa dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5. 9 Volume Washout PDAM Sidoarjo Cabang Waru II

Bulan	Volume washout (m³)
Januari	5
Februari	3
Maret	5
April	5
Mei	3
Juni	36
Juli	5
Agustus	5
September	5
Oktober	5
November	3
Desember	6
Total	86

Sumber: PDAM Sidoarjo Cabang Waru II

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa volume air yang hilang akibat kegiatan wasout di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II adalah 86 m³. Selanjutnya data konsumsi tak berekening dimasukkan dalam software WB-EasyCalc pada sheet Unbilled Consumption. Gambar penginputan data konsumsi tak berekening dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

5.1.8.1 Konsumsi Tak Resmi

Konsumsi tak resmi adalah konsumsi air oleh pelanggan yang tidak diizinkan oleh PDAM atau biasa disebut dengan sambungan ilegal. Perhitungan konsumsi tak resmi dilakukandengan melakukan asumsi jumlah adanya sambungan ilegal di PDAM Sidoarjo karena berdasarkan Tim Kehilangan Air masih belum dilakukan survey sambungan ilegal. Pada studi ini, banyaknya sambungan ilegal diasumsi sebanyak 0,5% dari seluruh jumlah sambungan. Maka jumlah koneksi ilegal diasumsi sebanyak 92 sambungan di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II.

Jumlah sambungan ilegal dapat diinput ke dalam software WB-EasyCalc pada sheet Unauthorized Consumption atau Konsumsi Tak Resmi dan kolom Estimated Number. Setelah dilakukan penginputan perkiraan jumlah sambungan ilegal, langkah selanjutnya adalah menghitung volume air yang hilang berdasarkan perkiraan jumlah sambungan ilegal. Volume kehilangan air dihitung dengan mengalikan jumlah sambungan dengan asumsi jumlah orang dalam satu rumah tangga dan kebutuhan air rumah tangga per orang per hari. Penggunaan jumlah orang dalam rumah tangga dan kebutuhan air rumah tangga dalam studi ini adalah karena sambungan ilegal hanya terjadi di golongan rumah tangga, sehingga tidak perlu menghitung sambungan ilegal pada golongan lainnya.

Berdasarkan BPS Kabupaten Sidoarjo (2017), rata-rata jumlah orang dalam satu rumah tangga adalah 4 orang. Angka ini dimasukkan pada kolom Person per House atau Orang per Rumah. Sedangkan kebutuhan air rumah tangga didapatkan dari rata-rata penggunaan air pelanggan dalam golongan rumah tangga yang didapat dari Daftar Rekening Ditagih yaitu sebesar 154 liter/orang/hari dan dimasukkan pada kolom Consumption. Sehingga volume kehilangan air dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{jumlah sambungan} \times \text{jumlah orang dalam rumah} \\ &\quad \text{tangga} \times \text{kebutuhan air} \\ &= 92 \times 4 \text{ orang} \times 154 \text{ liter/orang/hari} \times 365 \text{ hari} \\ &= 20.685 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diketahui bahwa asumsi volume yang hilang akibat koneksi ilegal adalah 20.685 m³. Hasil ini akan sama dengan perhitungan software WB-EasyCalc.

Penginputan data konsumsi tak resmi dalam software WB-EasyCalc dapat dilihat pada gambar 5.7 di bawah ini.

Konsumsi Tak Resmi					
Deskripsi	Estimasi Jumlah	Margin Error [+/- %]	Jumlah orang per Rumah Tangga	Konsumsi [liter/orang/hari]	Total [m³]
Sambungan tak resmi- rumah tangga	92		4,0	154	20.685
Sambungan tak resmi - lainnya					
Tampering meter, bypass, dll pada pelanggan resmi					
Margin Error [+/-]		0,0%			
Konsumsi Tak Resmi [m³]					20.685
Minimum					20.685
Maksimum					20.685
Estimasi Terbaik					20.685

Gambar 5. 7Penginputan Data Konsumsi Tak Resmi

Berdasarkan gambar di atas, dapat diketahui bahwa asumsi volume air yang hilang akibat koneksi ilegal sama dengan hasil perhitungan yaitu 20.685 m³.

5.1.8.2 Ketidakakuratan Meter Air dan Kesalahan Penanganan Data

Volume air yang hilang karena ketidakakuratan meter air dapat diketahui melalui survey ketidakakuratan meter air dan asumsi dari data meter bermasalah yang dapat menyebabkan ketidakakuratan suatu meter air di PDAM Waru II. Survey ketidakakuratan meter air bertujuan untuk mengetahui ketidakakuratan yang terjadi pada meter air pelanggan sebagai salah satu komponen kehilangan air non fisik (komersil). Prinsip utama dari survey ketidakakuratan meter air pelanggan adalah membandingkan volume air yang keluar dari kran pelanggan dengan volume air yang terbaca pada meter air. Bila volume kran sama dengan volume yang terbaca oleh meter air, maka tidak terdapat masalah pada meter air. Sebaliknya, apabila volume

tidak sebanding maka dapat diindikasikan telah terjadi masalah atau ketidakakuratan pada meter air. Meter air yang menunjukkan volume lebih kecil dibandingkan volume air yang keluar dari kran pelanggan mengindikasikan adanya kehilangan air komersil.

Penentuan jumlah sampel dilakukan berdasarkan Chakrapani dalam Laporan IWA (2008) menggunakan metode Simple Random Sampling dengan tingkat kepercayaan sebesar 90% dan error margin 10%. Jumlah sampel dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. 10 Tabel Jumlah Sampel

Error Margin	Tidak Terbatas	1000000	500000	250000	100000	10000	5000
1%	9604	9513	9423	9249	8762	4899	3288
2%	2401	2359	2390	2378	2345	1936	1622
3%	1067	1066	1065	1063	1056	964	879
4%	600	600	600	599	597	566	536
5%	384	384	384	384	383	370	357
6%	267	267	267	266	266	260	253
7%	196	196	196	196	196	192	189
8%	150	150	150	150	150	148	146
9%	119	119	119	119	118	117	116
10%	96	96	96	96	96	95	94

Sumber: IWA, 2008

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa jumlah sampel dengan level kepercayaan 90% dan error margin 10% untuk populasi 10.000 adalah 95 buah.

Berdasarkan hasil survey, dapat diketahui bahwa mayoritas sampel menunjukkan volume air yang terbaca pada meter air pelanggan sesuai dengan volume air yang keluar dari kran. Ini menunjukkan bahwa mayoritas meter air pelanggan di Cabang Waru II telah akurat. Selisih negatif menunjukkan akurasi meter di atas normal yaitu volume air yang terbaca pada meter air lebih besar. Sedangkan selisih positif menunjukkan akurasi meter di bawah normal atau volume air yang terbaca pada meter air lebih kecil dibandingkan volume sesungguhnya. Akurasi meter di bawah normal dapat terjadi karena meter air rusak atau adanya kecurangan yang dilakukan oleh pelanggan atau dalam kata lain terjadi kehilangan air komersil. Hasil survey ketidakakuratan

meter air pelanggan dapat dilihat pada tabel di bawah dan di lampiran.

Tabel 5. 11Rangkuman Hasil Survey Meter Air Pelanggan

Interpretasi Data	Jumlah
Akurat	63
Akurasi di bawah normal	11
Akurasi di atas normal	21
Total	95

Sumber: Hasil Survey

Berdasarkan tabel di atas, jumlah meter air dengan akurasi di atas normal adalah sebanyak 21 buah. Sedangkan meter air dengan akurasi di bawah normal adalah sebanyak 11buah. Perhitungan persentase ketidakakuratan meter di bawah normal dapat dilihat di bawah.

% akurasi meter di bawah normal:

$$\begin{aligned} & \frac{\text{jumlah penyimpangan}}{\text{jumlah sampling}} \times 100\% \\ & = \frac{11}{95} \times 100\% \\ & = 11,6\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, didapatkan persentase akurasi meter air di bawah normal adalah 11,6%. Nilai ini akan digabungkan dengan asumsi ketidakakuratan meter air dari data meter air bermasalah PDAM Cabang Waru II. Dari persentase ini, dihitung jumlah sambungan secara keseluruhan yang diduga terdapat ketidakkauratan meter air.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sambungan} &= \text{persentase} \times \text{jumlah sambungan} \\ &= 11,6\% \times 18.442 \\ &= 2136 \text{ sambungan} \end{aligned}$$

Selanjutnya berdasarkan data meter air bermasalah tahun 2018 yang telah didapat dari PDAM Sidoarjo, jumlah sambungan di atas dijumlah dengan jumlah meter air bermasalah yang berpotensi menyebabkan ketidakakuratan meter air. Meter

air bermasalah yang terjadi di PDAM Sidoarjo adalah sebagai berikut:

- Meter normal: tidak ditemukan masalah pada meter pelanggan
- Tutup terkunci: meter terletak di dalam rumah yang penghuninya sedang tidak berada di tempat dalam keadaan tertutup dan terkunci sehingga pembaca meter tidak dapat membaca pemakaian air.
- Rumah kosong buka: meter yang ada di rumah yang tidak berpenghuni namun pintu gerbang tidak dikunci sehingga pembaca meter masih dapat membaca pemakaian air.
- Rumah kosong kunci: meter yang ada di rumah tidak berpenghuni dan terkunci sehingga pembaca meter tidak dapat membaca pemakaian air.
- Ganti meter: Penggantian meter yang bermasalah
- Buka kembali: pelanggan mencabut layanan PDAM sebelumnya namun ingin berlangganan kembali
- Cabut: Pencabutan layanan PDAM pada pelanggan yang bermasalah (tidak membayar tagihan)
- Meter macet: Meter yang mengalami kerusakan (rusak, berfungsi kembali, rusak kembali)
- Meter buram: kaca pada meter pelanggan kotor sehingga angka pada meter sulit terbaca
- Segel tidak ada / rusak: segel pada meter air tidak ada / rusak
- Usulan ganti tarif: adanya usulan penggantian tarif air pelanggan
- Pasang baru: pemasangan meter pada pelanggan baru
- Stan meter mundur: Angka pemakaian air pada meter lebih kecil lebih kecil daripada bulan sebelumnya
- Meter rusak: meter rusak dan harus diganti
- Stan tunggu: pembacaan meter melalui papan yang dipasang oleh pelanggan
- Bocor kopling meter: Terjadi kebocoran pada pipa penghubung dengan pipa dinas
- Meter terlalu dalam: peletakan meter terlalu dalam sehingga sulit dibaca

- Meter tertimbun: meter tertutup tanah atau bahan lainnya sehingga tidak bisa dibaca
- Meter tidak ada: pelanggan sudah mendaftar untuk berlangganan namun meter belum terpasang
- Meter terendam: rumah meter air terendam sehingga meter tidak terbaca

Meter air bermasalah yang berpotensi menyebabkan ketidakakuratan meter air berasal dari meter macet, meter buram, meter mundur, meter rusak, meter tertimbun, dan meter terendam. Total jumlah meter air bermasalah yang berpotensi menyebabkan ketidakakuratan meter air pada tahun 2018 berjumlah 346 meter air. Jumlah masing-masing kategori dapat dilihat pada lampiran. Jumlah ini kemudian dijumlahkan dengan hasil survey dan dicari persentase keseluruhan serta volume air yang hilang.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah meter tidak akurat} &= 2136 + 346 \\ &= 2482 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase meter tidak akurat} &= \frac{\text{metertidakakurat}}{\text{jumlhamsambungan}} \times 100\% \\ &= \frac{2482}{18442} \times 100\% \\ &= 13,5\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume air yang hilang} &= 13,5\% \times \text{konsumsi bermeter berekening} \\ &= 13,5\% \times 4.647.575 \text{ m}^3 \\ &= 722.681 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, didapatkan meter tidak akurat sebanyak 13,5% dari jumlah sambungan dan volume air yang hilang adalah 722.681 m³. Persentase ini kemudian dimasukkan dalam software WB-EasyCalc dalam menu Meter Errors. Software akan secara otomatis menghitung volume air yang hilang dan menghasilkan angka 722.681 m³ sesuai perhitungan di atas. Pada menu ini, error margin ditulis sebesar 10% berdasarkan error margin dalam penentuan jumlah sampling.

Selanjutnya pada kolom Corrupt meter reading practices atau kecurangan bacaan meter diisi dengan asumsi 0%. Hal ini

dikarenakan, pelaksanaan pembacaan meter di lapangan setiap bulannya, petugas pembaca meter PDAM Sidoarjo telah menggunakan sistem foto android yang terhubung pada server secara langsung, sehingga kemungkinan kecil kemungkinan terjadi kecurangan bacaan meter.

Untuk data kesalahan penanganan data, penulis mengasumsi adanya kesalahan penanganan data berdasarkan data meter air bermasalah yang berpotensi menyebabkan kesalahan dalam pembacaan meter maupun penanganan data. Meter air bermasalah ini meliputi rumah kosong, stand tunggu dan meter tertimbun. Data ini didapatkan dari Laporan PDAM Sidoarjo dan ditemukan terdapat 1117 meter air bermasalah atau sebesar 6,06% dari seluruh sambungan. Jumlah masing-masing kategori dapat dilihat pada lampiran. Berdasarkan data tersebut, maka dapat dihitung volume kehilangan air selama satu tahun akibat kesalahan penanganan data seperti pada perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{Volume air yang hilang} &= 6,06\% \times \text{konsumsi resmi} \\ &\text{bermeter berekening} \\ &= 6,06\% \times 4.647.575 \text{ m}^3 \\ &= 281.496 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, didapatkan volume kehilangan air akibat kesalahan penanganan data adalah 281.496 m^3 . Angka tersebut kemudian dimasukkan dalam kolom Data Handling Error (Office) atau Kesalahan Penanganan Data (kantor). Gambar penginputan data ketidakakuratan meter air dan kesalahan penanganan data dapat dilihat pada gambar di bawah. Berdasarkan gambar di bawah, didapatkan bahwa jumlah kehilangan air yang disebabkan oleh ketidakakuratan meter air dan kesalahan penanganan data adalah sebanyak $1.004.357 \text{ m}^3$.

Ketidakakuratan Meter dan Penanganan Data				
Deskripsi	Total [m3]	Pencatatan Meter Lebih Rendah (meter under-registration)	Total [m3]	Margin Error +/- %
Angka 1 untuk menggunakan % keseluruhan meter yang mencatat lebih rendah atau 2 untuk memasukkan volume meter yang mencatat lebih rendah secara manual atau meter yang berbeda atau jenis pelanggan		1		
1 Konsumsi Bermeter Berekening (tanpa Suplai Air Curah)	4.647.575	13,5%	722.861	10%
2 Konsumsi Bermeter Berekening (tanpa Suplai Air Curah)	Total [m3]	Pencatatan Meter Lebih Rendah (meter under-registration)		
			-	
			-	
Suplai Air Curah Bermeter (ekspor)	-		-	
Konsumsi Bermeter Tak Berekening (tanpa Suplai Air Curah)	56		-	
		Estimasi % dari pembacaan lebih rendah		
Kecurangan Bacaan Meter	4.647.575	0%	-	
Kesalahan Penanganan Data (kantor)			281.496	10%
Margin Error +/-				7,7%
Ketidakakuratan Meter dan Penanganan Data				
Minimum			926.783	
Maksimum			1.081.930	
Estimasi Terbaik			1.004.357	

Gambar 5. 8Input Data Ketidakakuratan Meter Air

5.1.9 Pemakaian Air

Mengetahui pemakaian air oleh pelanggan sangat penting dalam merencanakan strategi pengendalian kehilangan air terutama pemakaian air per golongan dan per pelanggan. Dengan mengetahui pemakaian air per golongan dan per pelanggan, PDAM dapat menentukan golongan-golongan yang diprioritaskan dalam rencana pengendalian kehilangan air non fisik dengan intensifikasi pembacaan dan pengecekan meter, sehingga kehilangan air akibat ketidakakuratan meter dapat dikurangi secara efektif. Pembuatan prioritas dilakukan dengan melihat pemakaian air golongan dan per per pelanggan yang

didapatkan dari Data Rekening Ditagih oleh PDAM Sidoarjo yang paling tinggi. Berikut ini merupakan tabel yang menunjukkan pemakaian air per golongan dan rata-rata pemakaian air per pelanggan setiap golongan pada tahun 2018.

Tabel 5. 12 Tabel Pemakaian Air PDAM Sidoarjo Cabang Waru II 2018

Golongan	Jumlah Sambungan	Pemakaian Air per Golongan m³	Persentase Pemakaian Golongan	Pemakaian per Pelanggan m³
1A	90	47748	1,03%	531
1B	14	5505	0,12%	393
1C	1	1946	0,04%	1946
1D	2	82	0,00%	41
1E	1	843	0,02%	843
2B	5	1133	0,02%	227
2C	6785	1349149	29,02%	199
2D	10158	2259657	48,60%	222
2E	533	162493	3,49%	305
2F	84	27867	0,60%	332
2G	79	54815	1,18%	694
3A	204	88888	1,91%	436
3B	647	146963	3,16%	227
3C	35	23501	0,51%	671
3D	56	51883	1,12%	926
3E	12	71880	1,55%	5990
3F	49	355329	7,64%	7252

Sumber: Daftar Rekening Ditagih PDAM Sidoarjo 2018

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa pemakaian air terbanyak di PDAM Cabang Waru II berasal dari golongan 2D sebanyak 2.259.657 m³, golongan 2C sebanyak 1.349.149 m³, dan golongan 3F sebanyak 355239 m³.

Persentase pemakaian air oleh golongan-golongan tersebut terhadap semua golongan adalah 48,6% untuk golongan 2D, 29,02% untuk golongan 2C, dan 7,64% untuk golongan 3F. Golongan 2D dan 2C merupakan pelanggan dari rumah tangga dengan perbedaan harga berdasarkan penggunaan daya listrik dan luas bangunan. Golongan 3F di Cabang Waru II terdiri dari industri-industri besar karena Kecamatan Waru memang merupakan kawasan yang terdapat banyak industri besar.

Sedangkan, berdasarkan pemakaian per pelanggan per tahun, tiga golongan dengan pemakaian rata-rata per pelanggan tertinggi adalah golongan 3F sebanyak 7252 m³/pelanggan, golongan 3E sebanyak 5990 m³/pelanggan, dan golongan 1C sebanyak 1946 m³/pelanggan. Golongan 3F terdiri dari industri besar yang memang membutuhkan air yang cukup banyak sebagai bahan baku. Tiga industri dengan pemakaian air terbanyak adalah PT Maspion, PT Trias Santosa, PT Rokok Gudang Garam. Pada golongan 3E di Cabang Waru terdapat Terminal Bungurasih yang menjadi pusat perpindahan bus-bus antar kota dan dalam kota Surabaya dan Sidoarjo sekaligus sehingga menyumbang pemakaian air tertinggi di golongan 3E. Golongan 1C dalam Cabang Waru II terdiri dari sebuah pondok pesantren yang memiliki lembaga pendidikan mulai TPQ hingga Madrasah Diniyah dengan santri yang banyak sehingga pemakaian air menjadi besar.

5.1.10 Kehilangan Air Fisik

Kehilangan air fisik atau kehilangan air sebenarnya adalah kehilangan air yang berasal dari sistem yaitu terjadinya kebocoran pada pipa, tangki penyimpanan, dan koneksi layanan. Di PDAM Sidoarjo, kebocoran biasa terjadi pada pipa distribusi. Pendeteksian kebocoran di PDAM Sidoarjo dilakukan melalui step test yang diadakan setiap sebulan sekali oleh Tim Kehilangan Air PDAM Sidoarjo. Temuan kebocoran yang didapatkan dari hasil step test, akan ditindaklanjuti berupa perbaikan pipa oleh cabang yang bertanggung jawab. Sedangkan perhitungan volume kehilangan air yang disebabkan oleh kebocoran belum dapat dilakukan karena data yang didapat masih belum akurat.

Pada software WB-EasyCalc, perhitungan kehilangan air fisik secara otomatis dilakukan oleh software. Sehingga jumlah kehilangan air secara otomatis didapatkan pada neraca air hasil akhir perhitungan. Perhitungan otomatis dapat dilakukan berdasarkan data-data yang telah diinput pada software. Namun, penulis akan tetap menguraikan perhitungan manual yang mendasari perhitungan otomatis di software WB-EasyCalc. Menghitung kehilangan air fisik dapat dilakukan melalui rumus umum kehilangan air fisik seperti di bawah ini.

Ke ilanganFisik

$$= \text{VolumeInputSistem} - \text{KonsumsiResmi} - \text{Ke ilanganKomersial}$$

Berdasarkan rumus di atas, dapat disimpulkan bahwa untuk mengetahui kehilangan air fisik dengan lebih mudah dapat dilakukan dengan mengetahui komponen-komponen kehilangan air lainnya terlebih dahulu. Setelah komponen lainnya diketahui, kehilangan air fisik dapat dihitung melalui selisih antara volume input system dengan konsumsi resmi dan kehilangan air non fisik. Volume input system yang dimaksud di sini adalah air yang terdistribusi oleh PDAM Sidoarjo Cabang Waru II (bukan air yang masuk ke cabang lain). Hingga saat ini, cara ini adalah cara termudah dalam mengetahui jumlah kehilangan air fisik.

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan melalui software WB-EasyCalc, berikut ini adalah rincian komponen-komponen kehilangan air selain kehilangan air fisik.

- Volume Air Terdistribusi = 6.705.252 m³
- Konsumsi Resmi Bermeter Berekening = 4.647.575 m³
- Konsumsi Resmi Tak Bermeter Berekening = 0 m³
- Total Konsumsi Resmi Berekening
= 4.647.575 m³ + 0 m³
= 4.647.575 m³
- Konsumsi Resmi Bermeter Tak Berekening = 56 m³
- Konsumsi Resmi Tak Bermeter Tak Berekening
= 86 m³
- Total Konsumsi Resmi Tak Berekening
= 56 m³ + 86 m³
= 142m³
- **Total Konsumsi Resmi** = 4.647.575 m³ + 142m³
= 4.647.717m³

- Konsumsi Tak Resmi = 20.685 m³
- Ketidakakuratan Meter Air dan Kesalahan Penanganan Data = 1.004.357 m³
- **Total Kehilangan Air Non Fisik**
 = 20.685 m³+ 1.004.357 m³
 = 1.025.357m³

Berdasarkan data di atas, maka kehilangan air fisik dapat dihitung sebagai berikut.

Kehilangan air fisik

= Air Terdistribusi – (Konsumsi resmi + kehilangan air non fisik)

= 6.705.252 m³ – (4.652.631 m³ + 1.025.357 m³)

= 1.032.493 m³

Berdasarkan perhitungan di atas, didapat bahwa kehilangan air fisik adalah sebanyak 1.032.493m³. Hasil ini sama dengan hasil perhitungan software WB-EasyCalc pada gambar di bawah. Hasil ini pun disertai error margin dengan besar 13,9% mengingat bahwa terdapat beberapa data komponen yang merupakan data perkiraan.

Kehilangan Air 5,637 m3/hari Margin Error [+/-] 0,0%	Kehilangan Air Non-Fisik 2.808 m3/hari Margin Error [+/-] 7,6%	Konsumsi Tak Resmi 57 m3/hari Margin Error [+/-] 0,0%
		Ketidakkakuratan Meter dan Penanganan Data 2.752 m3/hari Margin Error [+/-] 7,7%
	Kehilangan Air Fisik 2.829 m3/hari Margin Error [+/-] 7,5%	

Gambar 5. 9Hasil Perhitungan Kehilangan Air Fisik

5.1.11 Komponen Kehilangan Air

Setelah dilakukan penginputan data pada software WB-EasyCalc, software akan secara otomatis melakukan perhitungan hingga dihasilkan neraca air dalam satuan meter kubik periode satu tahun dan satu hari. Neraca air hasil perhitungan dapat dilihat pada gambar di bawah.

Berdasarkan neraca hasil perhitungan, dapat diketahui bahwa volume Air Tak Berekoning atau Non Revenue Water mencapai 2.057.577 m3/tahun atau 5.637 m3/hari atau bila

dipersentasekan yaitu sejumlah 30,69%.Komponen-komponen Air Tak Berekeningbeserta jumlah dan persentasenya adalah sebagai berikut.

❖ Konsumsi Resmi Tak Berekening

□ Konsumsi Bermeter Tak Berekening

$$= 56 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

$$= \frac{56}{6.705.252} \times 100\% = 0,0008\%$$

□ Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening

$$= 86 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

$$= \frac{86}{6.705.252} \times 100\% = 0,001283\%$$

Total Konsumsi Resmi Tak Berekening

$$= 56 \text{ m}^3 + 86 \text{ m}^3$$

$$= 142 \text{ m}^3 = 0,002118\%$$

❖ Kehilangan Air

□ Kehilangan Air Non Fisik

Konsumsi Tak Resmi

$$= 20.685 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

$$= \frac{20.685}{6.705.252} \times 100\% = 0,30849\%$$

Ketidakakuratan meter air dan kesalahan penanganan data

$$= 1.004.357 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

$$= \frac{1.004.357}{6.705.252} \times 100\%$$

$$= 14,97866\%$$

Total Kehilangan Air Non Fisik

$$= 20.685 \text{ m}^3 + 1.004.357 \text{ m}^3$$

$$= 1.004.357 \text{ m}^3 = 15,28715\%$$

□ Kehilangan Air Fisik

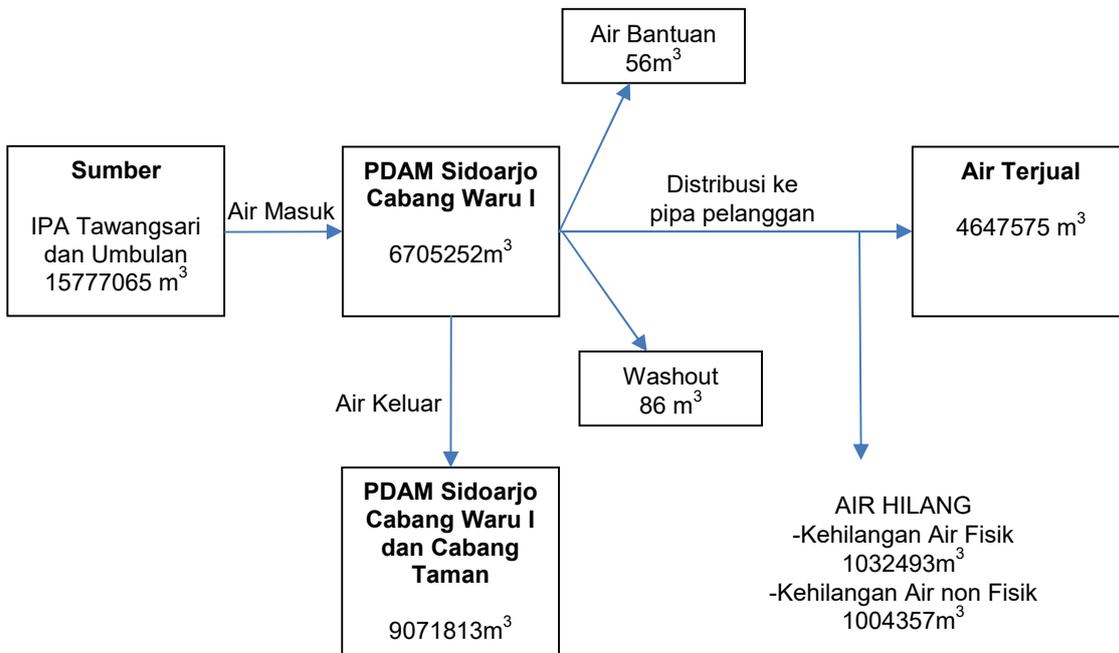
$$= 1.032.493 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

$$= \frac{1.032.493}{6.705.252} \times 100\% = 15,39827\%$$

Total Kehilangan Air

$$= 1.004.357 \text{ m}^3 + 1.032.493 \text{ m}^3$$

$$= 2.057.535 \text{ m}^3 = 30,68542\%$$



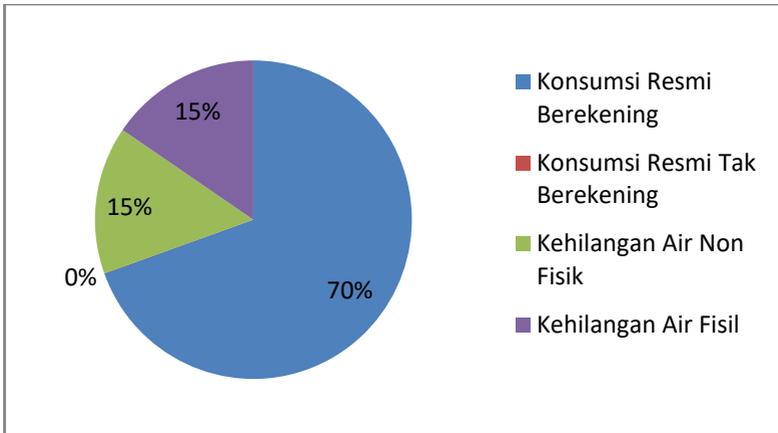
Gambar 5. 10 Skema Neraca Air

Volume Input Sistem 6.705.252 m3/tahun Margin Error [+/-] 0,0%	Konsumsi Resmi 4.647.717 m3/year Margin Error [+/-] 0,0%	Konsumsi Resmi Berekening 4.647.575 m3/tahun	Konsumsi Bermeter Berekening 4.647.575 m3/year	Air Berekening 4.647.575 m3/tahun
			Konsumsi Tak Bermeter Berekening 0 m3/year	
		Konsumsi Resmi Tak Berekening 142 m3/year Margin Error [+/-] 0,0%	Konsumsi Bermeter Tak Berekening 56 m3/year	Air Tak Berekening 2.057.677 m3/tahun Margin Error [+/-] 0,0%
		Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening 86 m3/year Margin Error [+/-] 0,0%		
	Kehilangan Air 2.057.535 m3/tahun Margin Error [+/-] 0,0%	Kehilangan Air Non-Fisik 1.025.042 m3/year Margin Error [+/-] 7,6%	Konsumsi Tak Resmi 20.685 m3/year Margin Error [+/-] 0,0%	
			Ketidakakuratan Meter dan Penanganan Data 1.004.357 m3/year Margin Error [+/-] 7,7%	
	Kehilangan Air Fisik 1.032.493 m3/year Margin Error [+/-] 7,5%			

Gambar 5. 11 Gambar Neraca Air Tahunan

Volume Input Sistem 18.371 m ³ /hari Margin Error [+/-] 0,0%	Konsumsi Resmi 12.733 m ³ /hari Margin Error [+/-] 0,0%	Konsumsi Resmi Berekening 12.733 m ³ /hari	Konsumsi Bermeter Berekening 12.733 m ³ /hari	Air Berekening 12.733 m ³ /hari
			Konsumsi Tak Bermeter Berekening 0 m ³ /hari	
	Kehilangan Air 5.637 m ³ /hari Margin Error [+/-] 0,0%	Konsumsi Resmi Tak Berekening 0 m ³ /hari Margin Error [+/-] 0,0%	Konsumsi Bermeter Tak Berekening 0 m ³ /hari	Air Tak Berekening 5.637 m ³ /hari Margin Error [+/-] 0,0%
			Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening 0 m ³ /hari Margin Error [+/-] 0,0%	
			Konsumsi Tak Resmi 57 m ³ /hari Margin Error [+/-] 0,0%	
		Ketidakakuratan Meter dan Penanganan Data 2.752 m ³ /hari Margin Error [+/-] 7,7%		
	Kehilangan Air Fisik 2.829 m ³ /hari Margin Error [+/-] 7,5%			

Gambar 5. 12 Neraca Air Harian



Gambar 5. 13 Neraca Air

Berdasarkan hasil perhitungan dan grafik di atas, dapat diketahui bahwa secara umum, komponen ATR meliputi Konsumsi Resmi Tak Berekening sebesar 0,002118% dan kehilangan air sebesar 30,7%. Selain itu, dapat diketahui bahwa kehilangan air fisik dan kehilangan air non fisik sama-sama menjadi komponen utama penyebab Air Tak Berekening dan Kehilangan Air dengan kehilangan air fisik yaitu sebesar 15,39827% dan kehilangan air non fisik adalah 15,28725%. Dapat disimpulkan bahwa komponen penyebab kehilangan air dan Air Tak Berekening adalah komponen kehilangan air fisik atau kebocoran. Sehingga perlu adanya perencanaan untuk mengurangi tingkat kehilangan air fisik dan non fisik.

5.1.12 Data Teknis dan Finansial

Pengisian Data Teknis dan Finansial dalam software WB-EasyCalc merupakan langkah-langkah untuk menganalisis Infrastructure Leakage Index (ILI). Berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari PDAM Sidoarjo terkait jaringan distribusi di Cabang Waru II, diperoleh informasi ukuran pipa di wilayah distribusi PDAM Sidoarjo Cabang Waru II seperti yang dapat dilihat pada Tabel di bawah. Sedangkan rata-rata panjang pipa per sambungan rumah dari pipa dinas ke meter air pelanggan ialah 5 meter.

Pipa Dinas		
Deskripsi	Jumlah	Margin Error [+/- %]
Jumlah Pelanggan (aktif)	18.442	
Jumlah Sambungan Pelanggan Terdaftar	18.442	
Catatan: angka ini biasanya lebih kecil daripada jumlah pelanggan		
Jumlah pelanggan yang tidak aktif dengan pipa dinas yang ada		
Estimasi Jumlah Sambungan Ilegal	92	0,0%
Margin Error [+/-]		0%
Jumlah Sambungan		
Minimum	18.534	
Maksimum	18.534	
Estimasi Terbaik	18.534	
Rata-rata Panjang Pipa Dinas dari Batas Persil Pelanggan ke Meter Pelanggan [meter]	5	
Total Panjang Pipa Dinas dari Batas Persil Pelanggan ke Meter Pelanggan [kilometer]	93	0%

◀ ▶ ...
Unauth. Cons.
Meter Errors
Network
Pressure
Intermitter

Gambar 5. 15Input Data Pipa Dinas

Suplai Intermittent			
Area	Perkiraan Jumlah Sambungan	Waktu Pelayanan [hari per minggu]	Jam Pelayanan [jam per hari]
Waru II	18.442	7	24,0
Margin Error [+/-]			
Jam Pelayanan Rata-rata [jam/hari]			
Minimum			24,0
Maksimum			24,0
Estimasi Terbaik			24,0

Gambar 5. 16Input Data Suplai Intermittent

5.1.13 Infrastructure Leakage Index

Dalam studi ini juga menghitung Non Revenue Water (NRW) menggunakan pendekatan Indeks Kebocoran Infrastruktur (Infrastructure Leakage Index/ILI). ILI merupakan satu ukuran sejauh mana satu jaringan distribusi dikelola dengan baik (yaitu dirawat, diperbaiki dan direhabilitasi) untuk pengendalian kehilangan fisik, pada tekanan operasi saat ini. Ini merupakan rasio volume tahunan kehilangan fisik saat ini (Current Annual Volume of Physical Losses/CAPL) terhadap kehilangan fisik tahunan yang dapat dicapai secara minimal (Minimum Achievable Annual Physical Losses/MAPL). Adapun perhitungannya ialah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Panjang Pipa Induk (LM)} &= 89,5 + 123,5 \\ &= 213\text{km} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total pelanggan (NC)} &= \text{Jumlah pelanggan resmi} + \\ &\quad \text{Estimasi pelanggan illegal} \\ &= 18.442 + 92 \\ &= 18.534 \text{ pelanggan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang pipa dinas (LP)} &= 18.442 \text{ SR} \times 5 \text{ m/SR} \\ &= 92.210 \text{ m} \approx 93 \text{ km} \end{aligned}$$

$$\text{Tekanan rata-rata (P)} = 15 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
\text{MAAPL (L/hari)} &= \{(18 \times \text{LM}) + (0,8 \times \text{NC}) \\
&\quad + (25 \times \text{LP})\} \times P \\
&= \{(18 \times 213) + (0,8 \times 18534) \\
&\quad + (25 \times 93)\} \times 15 \\
&= 313689 \\
\text{Kehilangan Fisik (CAPL)} &= 1.032.493\text{m}^3/\text{tahun} = 2829000 \\
&\quad \text{L/hari} \\
\text{Indeks Kebocoran (ILI)} &= \frac{\text{CAPL}}{\text{MAAPL}} \\
&= \frac{2829000}{53536,2} \\
&= 9
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai ILI PDAM Sidoarjo Cabang Waru II adalah 9. Nilai ini termasuk dalam kategori C pada situasi Negara Berkembang. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat pengelolaan dan pencatatan kebocoran yang buruk di PDAM sehingga perlu adanya analisis penyebab kebocoran dan intensifikasi upaya penurunan kebocoran di PDAM Sidoarjo Cabang Watu II.

5.2 Analisis Kerugian

Analisis kerugian dalam studi ini bertujuan untuk menghitung nilai ekonomi dari kehilangan air yang terjadi di PDAM. Dari nilai tersebut, kita dapat menghitung banyaknya uang yang hilang akibat kehilangan air dan Air Tak Berekoning yang seharusnya bisa menjadi pemasukan PDAM. Analisis kerugian dilakukan dengan memberi nilai ekonomi pada air yang hilang atau air yang tak berekening dengan cara mengalikan volume kehilangan air atau air yang tak berekening di PDAM Delta Tirta Sidoarjo Cabang Waru II dengan harga air rata-rata (untuk kehilangan air non fisik dan konsumsi resmi tidak berekening) atau biaya produksi air (untuk kehilangan air fisik). Harga air rata-rata didapatkan dengan mencari rata-rata dari harga air per golongan per pemakaian progresif. Harga air per pemakaian progresif mengelompokkan harga air berdasarkan banyaknya pemakaian air oleh pelanggan. Sehingga, semakin banyak pemakaian air, maka semakin mahal pula harga air per meter kubik yang harus dibayar oleh pelanggan. Berikut ini

merupakan harga air minum PDAM Delta Tirta Sidoarjo tahun 2014 yang masih dipakai hingga sekarang.

Tabel 5. 14 Tarif Air Minum PDAM Sidoarjo

Golongan	Pemakaian Progresif (m3)			
	0-10	11-20	21-30	>30
	Harga (Rp)			
IA	1200	1500	1900	2500
IB	1500	2100	3000	3600
IC	1900	2900	3500	4100
ID	2900	4600	6000	7300
IE	3000	4800	6100	7400
IIA	2600	4100	5500	6100
IIB	2800	4400	5900	6500
IIC	3300	5500	7500	8600
IID	3400	5600	7600	8700
IIE	3500	5700	7700	8800
IIF	4600	5800	7800	8900
IIG	4400	6100	8200	9400
IIIA	6100	6100	8200	9400
IIIB	8200	8200	9400	10800
IIIC	8800	8800	10000	10900
IIID	10000	10000	11300	12100
IIIE	10100	10100	11400	12200
IIIF	10600	10600	11900	12700
IIIG	13500	13500	13500	13500

Sumber: Hubungan Pelanggan PDAM Sidoarjo, 2019

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa setiap golongan pelanggan memiliki tarif air yang beragam. Selain itu, tarif air juga diberlakukan berdasarkan pemakaian progressif

pelanggan. Dari data tarif air di atas, perlu diketahui tarif rata-rata semua golongan sehingga dapat dilakukan analisis kerugian. Tabel di bawah ini akan menunjukkan biaya produksi rata-rata dan harga air rata-rata yang telah dihitung berdasarkan data tarif air per golongan.

Tabel 5. 15 Harga Rata-Rata

Biaya/Tarif	Rupiah (Rp)
Tarif air rata-rata	7.010
Biaya produksi air rata-rata	5.900

Sumber: PDAM Sidoarjo, 2019

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan harga air rata-rata semua golongan adalah 7.010 rupiah. Dari data tabel di atas, kemudian dilakukan perhitungan nilai ekonomi kehilangan air. Perlu diketahui bahwa tujuan diketahui harga air rata-rata sekaligus biaya produksi air rata-rata adalah karena dalam analisis ekonomi kehilangan air, masing-masing jenis komponen menggunakan harga yang berbeda.

Perhitungan nilai konsumsi resmi tak berekening dan kehilangan air non fisik didasarkan pada tarif air rata-rata karena berhubungan dengan air yang seharusnya terbayarkan oleh pelanggan. Sedangkan perhitungan nilai kehilangan air fisik didasarkan pada biaya produksi air karena berhubungan dengan air yang bocor sehingga belum sampai terdistribusi ke pelanggan.

Harga air rata-rata dan biaya produksi air rata-rata kemudian dimasukkan dalam software WB-EasyCalc pada sheet Financial Data atau Data Keuangan. Sedangkan untuk mata uang yang digunakan dapat diisi dengan mata uang Negara Indonesia atau rupiah. Secara otomatis, nilai ekonomi kehilangan air dan Air Tak Berekening akan muncul dari perhitungan software seperti pada gambar.

Informasi Keuangan		
	per m ³	Mata Uang
Tarif Rata-rata	7.010,00	Rp
Biaya Produksi dan Distribusi	5.900,00	Rp
Komponen Air Tak Berekening	Nilai Tahunan	
Konsumsi Bermeter Tak Berekening	392.560	Rp
Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening	35.050.000	Rp
Kehilangan Air Non-Fisik	1.857.974.590	Rp
Ketidakakuratan Meter dan Penanganan Data	1.763.406.886	Rp
Konsumsi Tak Resmi	94.567.704	Rp
Kehilangan Air Fisik	10.546.690.707	Rp

Gambar 5. 17 Input Data Finansial

Sedangkan perhitungan manual nilai ekonomi atau kerugian dapat dilihat sebagai berikut.

- ❖ Nilai Konsumsi Berekening
 - = konsumsi berekening m³ x harga air rata-rata
 - = 4.647.575 m³ x 7.010 rupiah/m³
 - = 32.579.500.800 rupiah
- ❖ Kerugian oleh Konsumsi Tak Berekening
 - Nilai konsumsi bermeter tak berekening (Rp)
 - = konsumsi bermeter tak berekening m³ x Harga air rata-rata
 - = 56 m³ x 7.010 rupiah/m³
 - = 392.560 rupiah
 - Nilai konsumsi tak bermeter tak berekening (Rp)
 - = konsumsi tak bermeter tak berekening m³ x Harga air rata-rata
 - = 86 m³ x 7.010 rupiah/m³
 - = 602.860 rupiah
- ❖ Kerugian oleh Kehilangan Air Non Fisik
 - Nilai kehilangan air non fisik (Rp)
 - = kehilangan air non fisik m³ x Harga air rata-rata
 - = 1.004.357 m³ x 7.010 rupiah/m³
 - = 7.185.543.836 rupiah

- ❖ Kerugian oleh Kehilangan Air Fisik
 Nilai kehilangan air fisik (Rp)
 = kehilangan air fisik m^3 x biaya produksi rata-rata
 = $1.032.493 m^3 \times 5.900 \text{ rupiah}/m^3$
 = 6.091.709.191 rupiah
- ❖ Nilai Total Kehilangan Air
 = $7.185.543.836 + 6.091.709.191$
 = 13.277.253.027 rupiah
- ❖ Nilai Total Air Tak Berekening
 = $392.560 + 602.860 + 7.185.543.836 + 6.091.709.191$
 = 13.278.248.447 rupiah

Berdasarkan perhitungan di atas, diketahui bahwa nilai Air Tak Berekening di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II adalah 13.278.248.447 rupiah per tahun. Sedangkan nilai kerugian akibat kehilangan air di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II adalah 13.277.253.027 rupiah per tahun.

5.3 Strategi Penurunan Kehilangan Air

Pada studi ini, analisis strategi penurunan kehilangan air dilakukan melalui analisis berdasarkan hasil perhitungan neraca air, rekomendasi dari Matriks ILI internasional dan membandingkan kondisi eksisting hasil wawancara kepada PDAM Sidoarjo dengan kondisi ideal.

Adapun untuk membuat strategi, maka langkah pertama adalah mengetahui komponen penyebab ATR dan kehilangan air. Berdasarkan hasil neraca air, ditetapkan bahwa komponen terbesar yang menyebabkan ATR maupun kehilangan air adalah kehilangan air fisik dan non fisik. Sedangkan komponen lain hanya berpengaruh kecil. Oleh karena itu, rencana strategi akan difokuskan untuk mengurangi kehilangan air fisik dan non fisik. Adapun beberapa langkah utama yang dapat dilakukan oleh PDAM Sidoarjo Cabang Waru II dalam mengurangi kehilangan air fisik adalah sebagai berikut.

- Pengendalian tekanan
 Pengendalian tekanan merupakan cara yang sederhana dan cepat karena tidak membutuhkan deteksi kebocoran. Pengendalian tekanan dapat dilakukan dengan mengurangi tekanan pompa, memasang rem tekan pada tangki, dan yang paling umum menggunakan katup pengatur tekanan

(*Pressure Reducing Valve*). Selain itu, penerapan zoning/DMA juga memudahkan dalam pengendalian tekanan. PDAM Sidoarjo Cabang Waru II telah memiliki konsep DMA namun belum semua wilayah dilakukan. Untuk mengendalikan tekanan, DMA dapat dilakukan lebih efektif lagi.

- Penanganan laporan kebocoran secara tanggap oleh petugas
Laporan kebocoran yang berasal dari masyarakat merupakan cara termudah untuk mengetahui lokasi kebocoran. Oleh karena itu, perlu penanganan laporan yang cepat oleh petugas PDAM supaya kebocoran segera ditangani sehingga air yang hilang dapat dikurangi. Salah satunya dengan membuat *Standard Operating Procedure* (SOP) penanganan laporan kebocoran. Selain itu, dimaksimalkan penanganan kebocoran dilakukan dalam kurun waktu 24 jam.
- Deteksi adanya indikasi kebocoran oleh petugas pembaca meter
Pembaca meter merupakan petugas yang turun langsung untuk membaca pemakaian air pelanggan sehingga merupakan petugas yang paling mudah mendeteksi adanya kebocoran berdasarkan adanya keanehan pemakaian air berkala pelanggan. Indikasi adanya kebocoran dapat diketahui dari pemakaian air pelanggan yang tiba-tiba jauh lebih besar dibandingkan pemakaian biasanya. Pembaca meter adalah petugas yang paling mudah untuk melihat catatan pemakaian bulan-bulan sebelumnya sehingga diharapkan pembaca meter untuk lebih tanggap pada pemakaian yang tiba-tiba meningkat drastis.
- Pemeliharaan jaringan distribusi
Pemeliharaan jaringan berfungsi untuk menjaga kualitas jaringan dan mencegah terjadinya kebocoran pipa akibat keadaan pipa yang kurang baik.

Adapun beberapa langkah utama yang dapat dilakukan oleh PDAM Sidoarjo Cabang Waru II dalam mengurangi kehilangan air fisik adalah sebagai berikut.

- Akurasi dan kepekaan meter air
Umur kerja rata-rata sebuah meter air adalah 3 tahun, sehingga setelah tiga tahun perlu adanya kalibrasi meter air. Selain itu untuk menjaga kepekaan meter air, gunakan kelas meter air yang sesuai dengan kondisi air di PDAM sehingga air tidak menurunkan kepekaan pada meter air.
- Penggantian meter pelanggan
Penggantian meter air secara berkala dilakukan untuk menghindari adanya pemakaian meter air yang usianya tua sehingga mengalami masalah misal meter tidak akurat. Penggantian meter air dilakukan sebaiknya setiap lima tahun. Selain itu penting juga untuk melakukan penggantian meter dengan segera pada meter yang sudah diketahui bermasalah. Meter bermasalah dapat diketahui dari laporan pelanggan ataupun pembaca meter. Namun, penanganan laporan tersebut yang merupakan hal terpenting untuk mengurangi kehilangan air.
- Memberikan perhatian khusus kepada pelanggan dengan pemakaian air besar
Pelanggan dengan pemakaian air besar mempunyai potensi besar untuk melakukan kecurangan baik koneksi illegal maupun merusak meter air untuk menurunkan pemakaian air.
- Melakukan manajemen pendataan yang baik
Manajemen pendataan yang baik dapat mengurangi kehilangan air akibat kesalahan penanganan data. Berikan petugas yang khusus untuk menangani pendataan mengenai kehilangan air supaya data terkelola dengan baik.

Langkah-langkah di atas adalah saran strategi utama dalam mengurangi kehilangan air fisik dan non fisik. Terkait DMA, PDAM Sidoarjo telah memiliki atau merencanakan DMA di masing-masing cabang. Jumlah DMA yang telah direncanakan di Cabang Waru II sendiri adalah 45 DMA, namun yang baru aktif hanya 10 DMA. Oleh karena itu penulis menyarankan penerapan seluruh DMA sehingga analisis kehilangan air fisik dapat dilakukan dengan baik.

Selain itu, terdapat saran-saran lain untuk menurunkan konsumsi resmi tidak berekening. Saran strategi tersebut antara lain:

- Merekap data konsumsi resmi tidak berekening secara rutin
- Mencari sambungan-sambungan ilegal secara rutin
- Membentuk staf khusus yang bertanggung jawab untuk mengatasi kehilangan air di zona-zona kecil.
- Mengukur semua produksi dan konsumsi dengan benar.
- Selalu memperbarui peta jaringan perpipaan
- Manajemen staff dan memberikan bonus insentif untuk staff khusus kehilangan air

Berdasarkan saran di atas, penulis menyarankan perekapan dan perhitungan jumlah konsumsi resmi tidak berekening supaya dapat diketahui jumlah konsumsi resmi tidak berekening yang tepat. Saat ini, konsumsi tidak berekening masih belum dihitung dan direkap secara baik sehingga perlu adanya perkiraan sendiri terhadap jumlah konsumsi yang menyebabkan data menjadi kurang valid. Oleh karena itu, perlu ada perekapan yang lebih baik lagi.

Terkait sambungan ilegal, perlu adanya survey pencarian sambungan ilegal secara rutin sehingga dapat ditindaklanjuti secara cepat. Selain itu, staff dan tim juga berpengaruh dalam performa penurunan kehilangan air sehingga perlu dibentuk tim khusus di cabang untuk menangani masalah-masalah ATR dan kehilangan air. Bila perlu, staff-staff diberikan insentif untuk meningkatkan semangat kerja sehingga performa penurunan kehilangan air meningkat.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari studi ini adalah sebagai berikut:

1. Air Tidak Berekening terdiri dari beberapa komponen dengan komponen terbesar adalah kehilangan air fisik. Komponen-komponen tersebut meliputi Konsumsi Bermeter Tak Berekening sebanyak $56 \text{ m}^3/\text{tahun}$ atau $0,0008\%$, Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening sebanyak $86 \text{ m}^3/\text{tahun}$ atau $0,001283\%$, Kehilangan Air Non Fisik sebanyak $1.004.357 \text{ m}^3$ atau $15,3\%$, dan Kehilangan Air Fisik sebanyak $1.032.493 \text{ m}^3/\text{tahun}$ atau $15,4\%$.
2. Nilai Air Tak Berekening di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II adalah $13.278.248.447$ rupiah per tahun. Sedangkan nilai kerugian akibat kehilangan air di PDAM Sidoarjo Cabang Waru II adalah $13.277.253.027$ rupiah per tahun.
3. Rencana strategi akan difokuskan untuk mengurangi kehilangan air fisik dan non fisik. Adapun beberapa langkah utama yang dapat dilakukan oleh PDAM Sidoarjo Cabang Waru II dalam mengurangi kehilangan air adalah pengendalian tekanan, penanganan laporan kebocoran secara tanggap, deteksi indikasi kebocoran oleh petugas pembaca meter, pemeliharaan jaringan distribusi, Akurasi dan kepekaan meter air, penggantian meter pelanggan, Memberikan perhatian khusus kepada pelanggan dengan pemakaian air besar, dan melakukan manajemen pendataan yang baik

6.2. Saran

Saran yang penulis berikan dari studi ini antara lain:

1. Untuk peneliti, diharapkan melakukan penelitian kusus mengenai keilangan air non fisik atau kehilangan air fisik agar masing-masing komponen dapat diamati dengan lebih jelas. Perlu juga dilakukan adanya penelitian mengenai konsumsi tak resmi karena PDAM belum mempunyai data mengenai konsumsi tak resmi sehingga membuat komponen konsumsi tak resmi dihitung melalui asumsi.

2. Untuk uji ketidakakuratan meter air disarankan menggunakan jumlah sampling yang lebih banyak di wilayah yang berbeda dan merepresentasikan semua golongan pelanggan di PDAM.
3. Melakukan perekapan atau penelitian tersendiri mengenai data-data PDAM yang belum terekap secara lengkap yaitu konsumsi tidak berekening (pemasangan pipa, siram taman) utamanya pencatatan dan perhitungan washout.
4. Melakukan pengecekan konsumsi berekening (Daftar Rekening Ditagih) dan mengawasi pelanggan-pelanggan dengan pemakaian yang ganjil terutama industri besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Maskati, H. H. 2011. *Water demand management: a Case Study of the Kingdom of Bahrain*. Loughborough: Thesis, Loughborough University.
- Aniza, R. 2015. *Studi Kehilangan Air Komersial (Studi Kasus: PDAM Sidoarjo Cabang Waru II)*. Surabaya: Tugas Akhir, Teknik Lingkungan ITS.
- Anonim. *Final Report Pelatihan Teknis Efisiensi Energi di PDAM Sidoarjo*. PDAM Sidoarjo.
- Asian Development Bank. 2008. *Buku Pegangan tentang Air Tak Berekoning (NRW) untuk Manajer*.
- Candelieri, A., Conti, D., and Archetti, F. 2014. *A Graph Based Analysis of Leak Localization in Urban Water Networks*. *Procedia Engineering* 70: 228-237.
- Dighade, R. R., et al. 2014. *Challenges in Water Loss Management of Water Distribution Systems in Developing Countries*. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology* 3, 6: 13838-13846.
- el-Ahmady, I. I. dan Sembiring, E. F. 2014. *Pemilihan Program Pengendalian Kehilangan Air Serta Pengaruh Implementasinya Terhadap Peningkatan Pendapatan PDAM*. *Jurnal Teknis Lingkungan* 20, 2: 142-151.
- Environmental Protection Agency. 2013. *Water Audits and Water Loss Control for Public Water System*.
- Farok, G. M.G.. 2016. *Non-Revenue Water (NRW) is a challenge for Global Water Supply System Management: A case study of Dhaka Water Supply System Management*. *Journal of Mechanical Engineering* 46, 2: 28-35
- Handayani, Y. T. 2017. *Kinerja Perusahaan Air Minum Untuk Memberikan Pelayanan Kepada Pelanggan Dalam Perspektif New Public Administration (NPA) di PDAM Delta Tirta Sidoarjo*. *Jurnal Kebijakan dan Manajemen Publik* 5, 1:1-8.
- Heston, Y. P. dan Pasawati, N. A.. 2016. *Analisis Faktor Penyebab Kehilangan Air PDAM (PDAM Water Loss Factors Analysis)*. *Prosiding Temu Ilmiah IPLB11-6*

- Husnan, S. dan Muhammad, S. 2000. *Studi Kelayakan Proyek*. Yogyakarta: UUP STIM YKPN.
- International Water Association. 2008. *City of Guelph International Water Association Water Audit and Water Balance 2006 & 2007 Report*. Guelph: Hetek Solutions Inc.
- Karnadi, R. 2009. *Pedoman Penurunan Air Tak Berekoning (Non Revenue Water)*. Jakarta: Badan Pendukung Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (BPPSPAM) Departemen Pekerjaan Umum.
- Kementerian Pekerjaan Umum Cipta Karya. *Air Tak Berekoning: NRW Reduction*. Program Center of Excellence
- McIntosh, A. 2003. *Asian Water Supplies Reaching the Urban Poor*. London: Asian Development Bank.
- Nazar, L. T. dan Soedjono, E. S. 2012. *Studi Pengaruh Akurasi Meter Air Terhadap Tingkat Kehilangan Air*. Jurnal Teknik POMITS 1, 1:1-3.
- PDAM Delta Tirta Sidoarjo. 2018. *Laporan Tahunan PDAM Sidoarjo*.
- PDAM Delta Tirta Sidoarjo. 2018. *Daftar Rekening Ditagih*.
- PDAM Delta Tirta Sidoarjo Cabang Waru II. 2018. *Laporan Kegiatan Wash Out Tahun 2018*.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 20 Tahun 2006 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Rakhmad, A. N. dan Masduqi, A. 2018. *Water Losses Management in Water Supply Company of Tabalong Regency*. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences 8, 2:96-99.
- Saparina, W. 2017. *Penurunan Kehilangan Air di Sistem Distribusi Air Minum PDAM Kota Malang*. Surabaya: Tesis, Teknik Lingkungan ITS.
- Sya'bani, M. R. 2016. *Penerapan Jaringan Distribusi Sistem Distric Meter Area (DMA) dalam Optimalisasi Penurunan Kehilangan Air Fisik Ditinjau dari Aspek Teknis dan Finansial (Studi Kasus: Wilayah Layanan IPA Bengkuring PDAM Tirta Kencana Kota Samarinda)*. Bandung: Tesis, Institut Teknologi Bandung.

- Syahputra, B. 2011. *Penyusunan Neraca Air sebagai Fungsi Kontrol Laju Kehilangan Air PDAM (Studi Kasus PDAM Kota Semarang)*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi II 2011.
- Tim Kehilangan Air PDAM Delta Tirta Sidoarjo. 2018. *Laporan Meter Bermasalah Tahun 2018*.
- Tim Kehilangan Air PDAM Delta Tirta Sidoarjo. 2018. Volume Air Masuk dan Air Keluar PDAM Sidoarjo Tahun 2018.
- Yi, S. M., Bhaktikul, K., Manomaipiboon, K., Kongjun, T. 2017. *Assessment of Non-Revenue Water Situation in Mandalay City: Response to the Management of Sustainable Water Supply System in Mandalay City*. Environment and Natural Resources Journal 15, 2: 71-80.

LAMPIRAN

Tabel Volume Air Masuk dan Keluar

WARU II		Bulan												
PRODUKSI		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
MASUK	Meter Tapping Umbulan Wil Waru 2	58003	73666	62719	56064	59717	57457	71269	64489	63362	69144	66930	67269	770089
	Jbt. Polwil	444802	475148	423360	468720	464746	452650	454896	459078	461488	453600	449971	440640	5449098
	Jbt. Jatim Steel	795485	751291	720922	798163	762826	792806	777600	799154	799154	743904	764148	755568	9261021
	Meter Spring Tomorrow	3301	3201	3080	3382	3308	3183	3328	3419	3446	3506	3678	3531	40363
	Meter Kutilang	4664	4319	3922	4286	4250	4455	4325	4875	5047	5019	5160	5016	55388
	Meter Kol. Sugiono 150 mm	-												
	Meter Kol. Sugiono 100 mm	-												
	Meter Semambung-Sawotratap	4642	4625	3727	4805	4243	3995	4348	4348	3894	4192	4348	4242	51408
	Meter Ratu Ayu	10060	10060	10060	11384	10959	12564	11774	12275	11244	11661	11919	10978	134938
	Sidodadi Taman/Pondok Legi	1552	1481	1321	1531	794	6554	3795	1049	886	995	1194	1248	14810
KELUAR	Jbt. Ispatindo	208915	207576	181440	225253	215136	208647	197510	184060	184060	202435	211058	200621	2426712
	Pemak. Herocyn	1371	1487	1288	1288	293	301	301	2012	2054	1582	2443	2443	16863
	Meter Rewwin 400 mm	330167	320167	315167	320167	325167	325167	325167	325167	330167	350000	350000	335000	3951500
	Meter Rewwin 100 mm	18515	17650	17156	10448	15192	15192	7867	20039	15032	13627	14494	14475	180169
	Meter B. Katamso 100 mm	6426	6426	6426	6426	6426	6426	6426	6426	6426	6426	6426	6426	77108
	Meter Ambeng2 200 mm	51980	52667	43957	47539	46875	48930	41821	50225	50953	38955	24462	44247	542611
	Meter Ambeng2 250 mm	113173	126249	129493	141207	141488	145741	140120	167453	147673	78141	135350	136799	1602847
	Pemakaian air Alas Tipis	17945	16606	13548	16070	15811	16874	15811	16874	16338	15552	16070	15811	193311
	Pemakaian Nyi Cempo	416	390	319	319	319	336	336	292	320	239	304	304	3894
	Pemakaian Rawon Nguling	6375	6369	6412	6412	6418	6412	6412	6375	6440	6358	6408	6408	76798

Tabel Hail Survey Ketidakakuratan Meter Air

No	Angka di Meter Pelanggan				Selisih			Jumlah Ukuran di Meter (L)	Ember Ukur (L)	Selisih (ember - meter) (L)
	awal	1L	2L	3L	awal - 1L	1L-2L	2L-3L			
1	2,5	3,5	4,5	5,5	1	1	1	3	3	0
2	5	6	7	8	1	1	1	3	3	0
3	0,5	2	3	4	1,5	1	1	3,5	3	-0,5
4	3	4	5	6	1	1	1	3	3	0
5	6,5	7,5	8,5	9,5	1	1	1	3	3	0
6	8	9	0	1	1	1	1	3	3	0
7	2	3	4	5	1	1	1	3	3	0
8	0,5	1	1,5	2	0,5	0,5	0,5	1,5	3	1,5
9	1	2	3	4	1	1	1	3	3	0
10	4	5	6	7,5	1	1	1,5	3,5	3	-0,5
11	5	6	7	8	1	1	1	3	3	0
12	9	0	1	2	1	1	1	3	3	0
13	3	4	4,5	5	1	0,5	0,5	2	3	1

No	Angka di Meter Pelanggan				Selisih			Jumlah Ukuran di Meter (L)	Ember Ukur (L)	Selisih (ember - meter) (L)
	awal	1L	2L	3L	awal - 1L	1L-2L	2L-3L			
14	0	1	2	3	1	1	1	3	3	0
15	8	9	0	1	1	1	1	3	3	0
16	6	7	8	9	1	1	1	3	3	0
17	1,5	2,5	3,5	4,5	1	1	1	3	3	0
18	5	6	7	8	1	1	1	3	3	0
19	2	3	4,5	5,5	1	1,5	1	3,5	3	-0,5
20	5,5	6,5	7,5	8,5	1	1	1	3	3	0
21	1,5	2,5	3,5	4,5	1	1	1	3	3	0
22	7	8	8,5	9,5	1	0,5	1	2,5	3	0,5
23	4,5	5,5	6,5	7,5	1	1	1	3	3	0
24	0	1	2	3	1	1	1	3	3	0
25	9,5	0,5	1	1,5	1	0,5	0,5	2	3	1
26	3	4	5	6	1	1	1	3	3	0
27	9	0	1	2	1	1	1	3	3	0
28	4	5,5	6,5	7,5	1,5	1	1	3,5	3	-0,5

No	Angka di Meter Pelanggan				Selisih			Jumlah Ukuran di Meter (L)	Ember Ukur (L)	Selisih (ember - meter) (L)
	awal	1L	2L	3L	awal - 1L	1L-2L	2L-3L			
29	1	2	3	4	1	1	1	3	3	0
30	6	7	8	9	1	1	1	3	3	0
31	0,5	1,5	2,5	3,5	1	1	1	3	3	0
32	0	1,5	2,5	4	1,5	1	1,5	4	3	-1
33	4	5	6	7	1	1	1	3	3	0
34	6	7	8	9	1	1	1	3	3	0
35	2,5	3	4	5	0,5	1	1	2,5	3	0,5
36	6	7	8	9	1	1	1	3	3	0
37	3	4	5	6	1	1	1	3	3	0
38	2	3	4	5	1	1	1	3	3	0
39	9,5	0,5	1,5	2,5	1	1	1	3	3	0
40	5,5	6	7	7,5	0,5	1	0,5	2	3	1
41	6	7	8	9	1	1	1	3	3	0
42	8	9	0	1	1	1	1	3	3	0
43	0	1,5	2,5	4	1,5	1	1,5	4	3	-1

No	Angka di Meter Pelanggan				Selisih			Jumlah Ukuran di Meter (L)	Ember Ukur (L)	Selisih (ember - meter) (L)
	awal	1L	2L	3L	awal - 1L	1L-2L	2L-3L			
44	3,5	4,5	5,5	6,5	1	1	1	3	3	0
45	2,5	3,5	4,5	6,5	1	1	2	4	3	0
46	7,5	8,5	9,5	0,5	1	1	1	3	3	0
47	5	6	7,5	9	1	1,5	1,5	4	3	-1
48	6	7	8,5	9,5	1	1,5	1	3,5	3	-0,5
49	0	1	2	3	1	1	1	3	3	0
50	1,5	2,5	3,5	4,5	1	1	1	3	3	0
51	9	10	11	12	1	1	1	3	3	0
52	0,5	1,5	2,5	3	1	1	0,5	2,5	3	0,5
53	3	4,5	6	7,5	1,5	1,5	1,5	4,5	3	-1,5
54	2	3	4	5	1	1	1	3	3	0
55	3,5	4,5	5,5	6,5	1	1	1	3	3	0
56	7,5	8,5	9,5	10,5	1	1	1	3	3	0
57	6	7	8	9	1	1	1	3	3	0
58	1	2,5	3,5	4,5	1,5	1	1	3,5	3	-0,5

No	Angka di Meter Pelanggan				Selisih			Jumlah Ukuran di Meter (L)	Ember Ukur (L)	Selisih (ember - meter) (L)
	awal	1L	2L	3L	awal - 1L	1L-2L	2L-3L			
59	2	3	4	5	1	1	1	3	3	0
60	6	7	8	9	1	1	1	3	3	0
61	5	6	7	8	1	1	1	3	3	0
62	1	2,5	4	5,5	1,5	1,5	1,5	4,5	3	-1,5
63	2,5	3,5	4,5	6	1	1	1,5	3,5	3	-0,5
64	4,5	5,5	6,5	7,5	1	1	1	3	3	0
65	0,5	1,5	2,5	3,5	1	1	1	3	3	0
66	3,5	4,5	5,5	6,5	1	1	1	3	3	0
67	8,5	9	10	10,5	0,5	1	0,5	2	3	1
68	6	7	8,5	9,5	1	1,5	1	3,5	3	-0,5
69	7	8	9	10	1	1	1	3	3	0
70	0	1	2	3	1	1	1	3	3	0
71	0	1,5	2,5	4	1,5	1	1,5	4	3	-1
72	0,5	1,5	2,5	3	1	1	0,5	2,5	3	0,5
73	3	4	5	6	1	1	1	3	3	0

No	Angka di Meter Pelanggan				Selisih			Jumlah Ukuran di Meter (L)	Ember Ukur (L)	Selisih (ember - meter) (L)
	awal	1L	2L	3L	awal - 1L	1L-2L	2L-3L			
74	5,5	6,5	7,5	8,5	1	1	1	3	3	0
75	9,5	0,5	1	1,5	1	0,5	0,5	2	3	1
76	2,5	4	5,5	7	1,5	1,5	1,5	4,5	3	-1,5
77	4	5	6	7	1	1	1	3	3	0
78	6	7	8	9	1	1	1	3	3	0
79	2	3	4	5	1	1	1	3	3	0
80	3,5	4,5	6	7	1	1,5	1	3,5	3	-0,5
81	5	6	7	8	1	1	1	3	3	0
82	8,5	9,5	0,5	1,5	1	1	1	3	3	0
83	5,5	7	8	9	1,5	1	1	3,5	3	-0,5
84	0	1	2	3	1	1	1	3	3	0
85	1,5	3	4	5,5	1,5	1	1,5	4	3	-1
86	8	9	0	1	1	1	1	3	3	0
87	2	3	4	5	1	1	1	3	3	0
88	1	2,5	3,5	4,5	1,5	1	1	3,5	3	-0,5

No	Angka di Meter Pelanggan				Selisih			Jumlah Ukuran di Meter (L)	Ember Ukur (L)	Selisih (ember - meter) (L)
	awal	1L	2L	3L	awal - 1L	1L-2L	2L-3L			
89	5,5	6,5	7,5	8,5	1	1	1	3	3	0
90	4	5	6	7	1	1	1	3	3	0
91	9	0	1	2	1	1	1	3	3	0
92	1	2	3	4	1	1	1	3	3	0
93	4	5	6,5	7,5	1	1,5	1	3,5	3	-1
94	8,5	9	10	10,5	0,5	1	0,5	2	3	1
95	3	4	5	6,5	1	1	1,5	3,5	3	-0,5

Data Meter Air Bermasalah PDAM Sidoarjo Cabang Waru II Tahun 2018

Meter Bermasalah	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sep	Okt	Nov	Des
Normal	15279	15749	15766	15766	15326	19883	20237	20779	15780	15879	16276	16477
Tutup / Terkunci	1427	901	802	802	1439	1642	1198	1068	893	879	731	570
Rumah Kosong Buka	46	75	173	173	173	207	198	204	130	110	100	103
Ganti Meter	1	6	8	8	3	3	3	6	8	3	4	4
Buka Kembali	18	9	14	14	10	13	16	30	8	10	15	15
Cabut	2	3	1	1	2	2	2	6	2	1	3	2
Meter Macet	0	0	0	0	1	17	17	21	2	1	2	11
Meter Buram	22	15	21	21	16	16	15	13	15	27	38	34
Segel Tidak Ada/Rusak	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	8
Usulan Ganti Tarif	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pasang Baru	24	25	7	7	1	1	0	1	46	38	72	21
Stand Meter Mundur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Meter Rusak	4	7	4	4	4	4	3	2	2	3	3	8
Rumah Kosong Kunci	408	381	361	361	391	460	453	377	373	323	351	384
Stand Tunggu	197	294	304	304	257	263	300	239	343	434	192	187

Meter Bermasalah	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sep	Okt	Nov	Des
Bocor Koping Meter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Meter Terlalu Dalam	3	5	6	6	1	1	1	2	0	0	1	5
Meter Tertimbun	191	169	140	140	135	136	121	104	118	120	129	134
Meter Tidak Ada	5	4	5	5	5	13	13	13	4	5	5	3
Meter Terendam	12	25	14	14	6	6	2	5	3	6	5	18

Laporan Kegiatan Washout PDAM Sidoarjo Cabang Waru II Tahun 2018

Bulan	Alamat	Washout		Lama Washout	Diameter Pipa	Air Hilang
		Dibuka	Ditutup	menit	Dim	m3
Januari	Cenderawasih Bunderan	12.05	12.25	20	2	1
	Delta Marina 31	12.10	13.40	30	2	2
	Tirta Akasia	12.30	12.45	15	2	2
	Total					
Februari	S.Parman Gg V A	12.30	13.00	30	2	1
	DSI AY 21	12.00	13.00	60	2	1
	A Yani (Brimob)	12.00	12.30	30	3	1
	Total					
Maret	Cenderawasih Bunderan	12.10	12.40	30	2	1
	Tirta Akasia	12.00	12.30	30	2	2
	Jl. Sindoro Pepelegi	12.30	13.30	60	2	2

Bulan	Alamat	Washout		Lama Washout	Diameter Pipa	Air Hilang
		Dibuka	Ditutup	menit	Dim	m3
		Total				5
April	Cenderawasih Bunderan	12.10	12.40	30	2	1
	Tirta Akasia	12.00	12.30	30	2	2
	Jl. Sindoro Pepelegi	12.30	13.30	60	2	2
	Total					5
Mei	Cenderawasih Bunderan	12.00	12.30	30	2	1
	Tirta Akasia	12.00	12.30	30	2	2
	Total					3
Juni	Ambeng-ambeng	09.05	10.25	75	2	3
	Makarya Z-19	12.15	13.35	80	2	3
	Kureksari Anggrek IV A	11.00	11.15	15	2	1
	S.Parman Gg IV A	12.00	13.20	80	2	2
	S.Parman Gg V A	13.25	14.45	80	2	2
	S.Parman Gg VI A	14.55	16.15	80	2	2

Bulan	Alamat	Washout		Lama Washout	Diameter Pipa	Air Hilang
		Dibuka	Ditutup	menit	Dim	m3
	Jl. Raya Merak	13.00	13.30	30	2	1
	Jl. Merak III no PII - 97	13.40	16.00	140	2	3
	Jl. Rajawali Utara	11.30	12.50	80	2	3
	Jl. Pepelegi	01.00	04.00	180	2	5
	Wisma Permai F 31	23.05	24.25	80	2	4
	Pondok Maspion EA 15	12.40	14.00	80	-	2
	Unimas Garden H-28	10.30	11.50	80	2	2
	Bungurasih Timur	11.10	12.30	80	2	3
	Total					
Juli	Makarya Z-19	13.15	13.40	25	2	2
	Tirta Akasia	13.30	13.50	20	2	2
	R Saleh Medaeng	08.55	09.25	30	2	1
	Total					
Agustus	Makarya Z-19	13.15	13.40	25	2	2

Bulan	Alamat	Washout		Lama Washout	Diameter Pipa	Air Hilang	
		Dibuka	Ditutup	menit	Dim	m3	
	Tirta Akasia	13.15	13.45	20	2	2	
	R Saleh Medaeng	11.55	12.25	30	2	1	
	Total						5
September	Pertigaan jembatan ngigas pos	13.00	13.20	20	2	1	
	Makarya XE	13.00	13.30	30	3	1	
	S.Parman Gg V A	12.00	12.30	30	2	1	
	Jl. Rajawali Utara	12.45	13.15	30	2	2	
	Total						5
Oktober	Pertigaan jembatan ngigas pos	13.05	13.25	20	2	1	
	Makarya XH-20	12.15	12.45	30	2	2	
	Jl. Raya Merak	13.05	13.35	30	2	2	
	Total						5
November	Pertigaan jembatan ngigas pos	12.00	12.30	30	2	1	

Bulan	Alamat	Washout		Lama Wahout	Diameter Pipa	Air Hilang
		Dibuka	Ditutup	menit	Dim	m3
	Makarya XH-20	12.15	12.45	30	2	2
	Total					3
	Desember	Pertigaan jembatan ngigas pos	13.50	14.20	30	2
Makarya XE		13.20	13.40	20	3	2
Jl. Kenongsari II		12.45	13.35	50	2	2
Total					5	
Total 2018						85

DAFTAR REKENING DITAGIH PDAM SIDOARJO CABANG WARU II TAHUN 2018

Bulan	JENIS PELANGGAN											
Januari	1A	1B	1C	1D	1E	2A	2B	2C	2D	2E	2F	2G
Jumlah Sambungan	86	14	1	2	1	0	5	6.718	9.937	441	77	79
Jumlah Meter Kubik	3.821	343	129	5	92	0	102	112.450	184.167	13.463	2.170	4.127
Jumlah Rekening dalam Rupiah	8.616.100	992.800	498.400	71.000	607.300	0	444.200	625.938.900	1.121.874.600	93.911.400	15.212.400	35.941.200
Harga Air Rata-rata	2.255	2.894	3.864	14.200	6.601	-	4.355	5.566	6.092	6.976	7.010	8.709
Pemakaian Air Rata-rata	44,43	24,50	129,00	2,50	92,00	-	20,40	16,74	18,53	30,53	28,18	52,24
Februari	JENIS PELANGGAN											
	1A	1B	1C	1D	1E	2A	2B	2C	2D	2E	2F	2G
Jumlah Sambungan	87	14	1	2	1	0	5	6.717	9.967	445	77	79
Jumlah Meter Kubik	3.612	363	140	6	59	0	88	110.422	186.778	13.954	2.204	4.379
Jumlah Rekening dalam Rupiah	8.117.800	1.074.400	543.500	71.000	363.100	0	382.800	612.440.500	1.150.825.000	98.093.000	15.511.400	38.484.200
Harga Air Rata-rata	2.247	2.960	3.882	11.833	6.154	-	4.350	5.546	6.161	7.030	7.038	8.788
Pemakaian Air Rata-rata	41,52	25,93	140,00	3,00	59,00	-	17,60	16,44	18,74	31,36	28,62	55,43
Maret	JENIS PELANGGAN											
	1A	1B	1C	1D	1E	2A	2B	2C	2D	2E	2F	2G
Jumlah Sambungan	88	14	1	2	1	0	5	6.712	9.971	448	77	79
Jumlah Meter Kubik	3.298	313	156	9	42	0	83	102.136	174.140	12.719	2.058	3.707
Jumlah Rekening dalam Rupiah	7.400.400	897.700	609.100	71.000	234.300	0	359.100	563.810.300	1.057.795.600	87.397.500	14.342.500	31.993.100
Harga Air Rata-rata	2.244	2.868	3.904	7.889	5.579	-	4.327	5.520	6.074	6.871	6.969	8.630

Pemakaian Air Rata-rata	37,48	22,36	156,00	4,50	42,00	-	16,60	15,22	17,46	28,39	26,73	46,92
April												
JENIS PELANGGAN												
	1A	1B	1C	1D	1E	2A	2B	2C	2D	2E	2F	2G
Jumlah Sambungan	88	14	1	2	1	0	5	6.714	9.997	448	77	79
Jumlah Meter Kubik	3.901	434	191	5	79	0	91	115.866	190.725	14.077	2.492	5.265
Jumlah Rekening dalam Rupiah	8.769.800	1.346.200	752.600	71.000	511.100	0	396.000	646.447.000	1.175.171.300	97.807.000	17.698.800	46.251.800
Harga Air Rata-rata	2.248	3.102	3.940	14.200	6.470	-	4.352	5.579	6.162	6.948	7.102	8.785
Pemakaian Air Rata-rata	44,33	31,00	191,00	2,50	79,00	-	18,20	17,26	19,08	31,42	32,36	66,65
Mei												
JENIS PELANGGAN												
	1A	1B	1C	1D	1E	2A	2B	2C	2D	2E	2F	2G
Jumlah Sambungan	88	14	1	2	1	0	5	6.712	10.006	447	77	79
Jumlah Meter Kubik	3.730	502	185	3	88	0	95	110.802	181.707	12.973	2.084	5.058
Jumlah Rekening dalam Rupiah	8.419.200	1.511.500	728.000	71.000	577.700	0	406.000	611.313.700	1.107.402.100	88.631.800	14.428.800	44.299.900
Harga Air Rata-rata	2.257	3.011	3.935	23.667	6.565	-	4.274	5.517	6.094	6.832	6.924	8.758
Pemakaian Air Rata-rata	42,39	35,86	185,00	1,50	88,00	-	19,00	16,51	18,16	29,02	27,06	64,03
Juni												
JENIS PELANGGAN												
	1A	1B	1C	1D	1E	2A	2B	2C	2D	2E	2F	2G
Jumlah Sambungan	88	14	1	2	1	0	5	6.713	10.016	447	77	78
Jumlah Meter Kubik	4.178	770	165	13	122	0	96	117.432	187.155	13.039	1.956	4.656
Jumlah Rekening dalam Rupiah	9.448.400	2.519.500	646.000	84.800	829.300	0	430.900	654.638.200	1.141.693.300	88.755.700	13.483.900	40.391.800
Harga Air Rata-rata	2.261	3.272	3.915	6.523	6.798	-	4.489	5.575	6.100	6.807	6.894	8.675
Pemakaian Air Rata-rata	47,48	55,00	165,00	6,50	122,00	-	19,20	17,49	18,69	29,17	25,40	59,69

Juli	JENIS PELANGGAN											
	1A	1B	1C	1D	1E	2A	2B	2C	2D	2E	2F	2G
Jumlah Sumbangan	88	14	1	2	1	0	5	6.712	10.020	447	78	78
Jumlah Meter Kubik	3.781	474	101	4	82	0	96	109.658	187.468	12.895	2.266	4.288
Jumlah Rekening dalam Rupiah	8.548.000	1.460.200	383.600	71.000	533.300	0	407.500	608.109.000	1.153.053.800	88.934.400	16.069.100	37.043.000
Harga Air Rata-rata	2.261	3.081	3.798	17.750	6.504	-	4.245	5.546	6.151	6.897	7.091	8.639
Pemakaian Air Rata-rata	42,97	33,86	101,00	2,00	82,00	-	19,20	16,34	18,71	28,85	29,05	54,97
Agustus	JENIS PELANGGAN											
	1A	1B	1C	1D	1E	2A	2B	2C	2D	2E	2F	2G
Jumlah Sumbangan	88	14	1	2	1	0	5	6.708	10.020	448	78	78
Jumlah Meter Kubik	4.051	548	141	9	50	0	85	113.016	190.664	14.290	2.716	5.644
Jumlah Rekening dalam Rupiah	9.161.200	1.720.900	547.600	71.000	296.500	0	350.300	627.927.400	1.171.939.200	99.447.600	19.725.100	49.492.800
Harga Air Rata-rata	2.261	3.140	3.884	7.889	5.930	-	4.121	5.556	6.147	6.959	7.263	8.769
Pemakaian Air Rata-rata	46,03	39,14	141,00	4,50	50,00	-	17,00	16,85	19,03	31,90	34,82	72,36
September	JENIS PELANGGAN											
	1A	1B	1C	1D	1E	2A	2B	2C	2D	2E	2F	2G
Jumlah Sumbangan	88	14	1	2	1	0	5	6.738	10.007	432	79	78
Jumlah Meter Kubik	4.739	572	190	11	84	0	105	116.261	200.428	14.251	2.699	5.519
Jumlah Rekening dalam Rupiah	10.819.900	1.783.000	748.500	71.000	548.100	0	457.700	650.225.500	1.243.988.300	99.866.900	19.364.100	48.036.000
Harga Air Rata-rata	2.283	3.117	3.939	6.455	6.525	-	4.359	5.593	6.207	7.008	7.175	8.704
Pemakaian Air Rata-rata	53,85	40,86	190,00	5,50	84,00	-	21,00	17,25	20,03	32,99	34,16	70,76

Oktober	JENIS PELANGGAN											
	1A	1B	1C	1D	1E	2A	2B	2C	2D	2E	2F	2G
Jumlah Sambungan	88	14	1	2	1	0	5	6.771	10.027	432	82	78
Jumlah Meter Kubik	4.104	412	209	6	50	0	101	109.399	183.498	12.527	2.385	5.835
Jumlah Rekening dalam Rupiah	9.310.000	1.208.800	826.400	71.000	296.500	0	444.600	609.090.100	1.114.232.200	85.199.000	16.653.800	51.151.800
Harga Air Rata-rata	2.269	2.934	3.954	11.833	5.930	-	4.402	5.568	6.072	6.801	6.983	8.766
Pemakaian Air Rata-rata	46,64	29,43	209,00	3,00	50,00	-	20,20	16,16	18,30	29,00	29,09	74,81
	JENIS PELANGGAN											
November	1A	1B	1C	1D	1E	2A	2B	2C	2D	2E	2F	2G
Jumlah Sambungan	88	14	1	2	1	0	5	6.773	10.117	432	82	78
Jumlah Meter Kubik	4.489	406	162	4	65	0	112	116.766	199.648	13.870	2.432	6.086
Jumlah Rekening dalam Rupiah	10.259.600	1.214.500	633.700	71.000	407.500	0	494.800	659.978.900	1.232.889.600	96.563.200	17.213.300	53.253.800
Harga Air Rata-rata	2.285	2.991	3.912	17.750	6.269	-	4.418	5.652	6.175	6.962	7.078	8.750
Pemakaian Air Rata-rata	51,01	29,00	162,00	2,00	65,00	-	22,40	17,24	19,73	32,11	29,66	78,03
	JENIS PELANGGAN											
Desember	1A	1B	1C	1D	1E	2A	2B	2C	2D	2E	2F	2G
Jumlah Sambungan	89	14	1	2	1	0	5	6.772	10.043	533	83	78
Jumlah Meter Kubik	4.181	391	197	5	47	0	103	113.077	186.020	14.982	2.154	5.462
Jumlah Rekening dalam Rupiah	9.539.600	1.163.800	777.200	71.000	274.300	0	450.600	636.984.900	1.137.758.700	101.770.900	15.477.300	47.651.900
Harga Air Rata-rata	2.282	2.976	3.945	14.200	5.836	-	4.375	5.633	6.116	6.793	7.185	8.724
Pemakaian Air Rata-rata	46,98	27,93	197,00	2,50	47,00	-	20,60	16,70	18,52	28,11	25,95	70,03

Bulan							JUMLAH
Januari	3A	3B	3C	3D	3E	3F	BULAN INI
Jumlah Sambungan	183	640	34	55	12	49	18.334
Jumlah Meter Kubik	6.718	11.514	1.882	3.915	5.682	25.252	375.832
Jumlah Rekening dalam Rupiah	62.611.900	165.225.400	22.095.900	48.678.800	70.043.200	323.668.600	2.596.432.100
Harga Air Rata-rata	9.320	14.350	11.741	12.434	12.327	12.818	6.908
Pemakaian Air Rata-rata	36,71	17,99	55,35	71,18	473,50	515,35	20,50
Februari							JUMLAH
	3A	3B	3C	3D	3E	3F	BULAN INI
Jumlah Sambungan	185	634	34	55	12	49	18.364
Jumlah Meter Kubik	7.269	12.354	2.240	4.356	2.466	29.708	380.398
Jumlah Rekening dalam Rupiah	67.860.100	170.845.400	25.709.100	53.835.500	30.649.000	380.185.000	2.654.990.800
Harga Air Rata-rata	9.336	13.829	11.477	12.359	12.429	12.797	6.980
Pemakaian Air Rata-rata	39,29	19,49	65,88	79,20	205,50	606,29	20,71
Maret							JUMLAH
	3A	3B	3C	3D	3E	3F	BULAN INI
Jumlah Sambungan	186	636	34	54	12	49	18.369
Jumlah Meter Kubik	6.835	11.127	1.759	3.426	5.254	29.818	356.880
Jumlah Rekening dalam Rupiah	63.978.200	161.392.600	20.495.100	42.810.600	64.708.400	381.544.200	2.499.839.700
Harga Air Rata-rata	9.360	14.505	11.652	12.496	12.316	12.796	7.005
Pemakaian Air Rata-rata	36,75	17,50	51,74	63,44	437,83	608,53	19,43

April							JUMLAH
	3A	3B	3C	3D	3E	3F	BULAN INI
Jumlah Sumbangan	190	639	34	55	12	49	18.405
Jumlah Meter Kubik	8.305	12.589	2.990	4.363	7.977	32.320	401.670
Jumlah Rekening dalam Rupiah	76.521.600	173.566.300	33.289.000	54.590.900	97.860.400	412.956.600	2.844.007.400
Harga Air Rata-rata	9.214	13.787	11.133	12.512	12.268	12.777	7.080
Pemakaian Air Rata-rata	43,71	19,70	87,94	79,33	664,75	659,59	21,82
Mei							JUMLAH
	3A	3B	3C	3D	3E	3F	BULAN INI
Jumlah Sumbangan	191	641	34	56	12	49	18.415
Jumlah Meter Kubik	7.543	11.971	2.167	4.406	7.242	31.528	382.084
Jumlah Rekening dalam Rupiah	70.137.900	168.381.100	24.557.200	55.052.600	88.936.600	402.968.900	2.687.824.000
Harga Air Rata-rata	9.298	14.066	11.332	12.495	12.281	12.781	7.035
Pemakaian Air Rata-rata	39,49	18,68	63,74	78,68	603,50	643,43	20,75
Juni							JUMLAH
	3A	3B	3C	3D	3E	3F	BULAN INI
Jumlah Sumbangan	190	639	34	56	12	49	18.422
Jumlah Meter Kubik	6.933	10.761	1.898	4.228	6.735	27.492	387.629
Jumlah Rekening dalam Rupiah	65.021.600	160.170.900	21.586.900	53.238.200	82.828.600	351.949.700	2.687.717.700
Harga Air Rata-rata	9.379	14.884	11.373	12.592	12.298	12.802	6.934
Pemakaian Air Rata-rata	36,49	16,84	55,82	75,50	561,25	561,06	21,04
Juli							JUMLAH

	3A	3B	3C	3D	3E	3F	BULAN INI
Jumlah Sambungan	190	639	34	54	12	49	18.424
Jumlah Meter Kubik	6.470	11.684	1.890	3.998	5.518	29.248	379.921
Jumlah Rekening dalam Rupiah	61.592.400	172.961.900	21.770.000	49.946.300	67.945.400	373.902.700	2.662.731.600
Harga Air Rata-rata	9.520	14.803	11.519	12.493	12.313	12.784	7.009
Pemakaian Air Rata-rata	34,05	18,28	55,59	74,04	459,83	596,90	20,62
Agustus							JUMLAH
	3A	3B	3C	3D	3E	3F	BULAN INI
Jumlah Sambungan	190	635	34	54	12	49	18.417
Jumlah Meter Kubik	7.594	12.689	1.880	4.452	6.384	30.897	395.110
Jumlah Rekening dalam Rupiah	69.926.600	176.428.100	21.659.300	55.456.600	78.334.800	394.836.300	2.777.321.300
Harga Air Rata-rata	9.208	13.904	11.521	12.457	12.270	12.779	7.029
Pemakaian Air Rata-rata	39,97	19,98	55,29	82,44	532,00	630,55	21,45
September							JUMLAH
	3A	3B	3C	3D	3E	3F	BULAN INI
Jumlah Sambungan	199	646	35	57	12	49	18.443
Jumlah Meter Kubik	7.823	14.097	1.621	4.396	5.765	30.470	409.031
Jumlah Rekening dalam Rupiah	72.426.500	189.480.000	18.765.500	54.645.100	70.665.200	389.373.700	2.871.265.000
Harga Air Rata-rata	9.258	13.441	11.576	12.431	12.258	12.779	7.020
Pemakaian Air Rata-rata	39,31	21,82	46,31	77,12	480,42	621,84	22,18
Oktober							JUMLAH
	3A	3B	3C	3D	3E	3F	BULAN INI

Jumlah Sambungan	202	643	35	56	12	49	18.590
Jumlah Meter Kubik	8.408	13.032	2.057	4.971	6.006	30.509	409.023
Jumlah Rekening dalam Rupiah	77.745.200	176.158.500	23.022.700	60.888.900	73.634.800	389.717.200	2.874.147.200
Harga Air Rata-rata	9.247	13.517	11.192	12.249	12.260	12.774	7.027
Pemakaian Air Rata-rata	41,62	20,27	58,77	88,77	500,50	622,63	22,00
November	3A	3B	3C	3D	3E	3F	JUMLAH
Jumlah Sambungan	202	643	35	56	12	49	18.590
Jumlah Meter Kubik	203	647	35	56	12	49	409.023
Jumlah Rekening dalam Rupiah	77.745.200	176.158.500	23.022.700	60.888.900	73.634.800	389.717.200	2.874.147.200
Harga Air Rata-rata	9.247	13.517	11.192	12.249	12.260	12.774	7.027
Pemakaian Air Rata-rata	41,62	20,27	58,77	88,77	500,50	622,63	22,00
Desember	3A	3B	3C	3D	3E	3F	JUMLAH
Jumlah Sambungan	203	647	35	56	12	49	18.623
Jumlah Meter Kubik	7.961	11.676	1.931	4.557	6.912	31.309	390.965
Jumlah Rekening dalam Rupiah	73.130.300	164.635.500	21.428.400	56.398.800	84.668.400	399.946.500	2.752.128.100
Harga Air Rata-rata	9.186	14.100	11.097	12.376	12.249	12.774	7.039
Pemakaian Air Rata-rata	39,22	18,05	55,17	81,38	576,00	638,96	20,99

BIOGRAFI PENULIS



Penulis merupakan putri Jember yang lahir pada tanggal 24 Oktober 1995 di Kabupaten Jember. Penulis mengenyam pendidikan dasar pada tahun 2003-2009 di SD Al-Furqan Jember. Kemudian dilanjutkan ke tingkat menengah pertama di SMP Semesta Semarang pada tahun 2009-2011, sedangkan pendidikan tingkat atas dilalui di SMAN 1 Jember pada tahun 2011-2014. Penulis kemudian melanjutkan studi di perguruan tinggi di Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi Komunitas Kelompok Pecinta dan Pemerhati Lingkungan pada tahun 2015-2017 sebagai staff dalam Divisi Bakti Lingkungan. Penulis dapat dihubungi melalui email dengan alamat widyahapsarir@gmail.com



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

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
No. Revisi: 01

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

Nilai TOEFL 550

Hari, tanggal : Jumat, 26 Juli 2019
Pukul : 09:30 - 11:00
Lokasi : TL 105
Judul : Studi Kehilangan Air Menggunakan Software WB-EasyCalc (Studi Kasus PDAM Sidoarjo Cabang Waru II)

Nama : Widya Hapsari Rahmawati
NRP. : 03211440000046
Topik : Penelitian

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
1	Saran
2	Kesetimbangan air dibuat & lembar

20/7 2019

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

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

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

Dosen Pembimbing

Welly Herumurti, ST., M.Sc.



UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2018-2019

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Jumat, 26 Juli 2019
Pukul : 09:30 - 11:00
Lokasi : TL 105
Judul : Studi Kehilangan Air Menggunakan Software WB-EasyCalc (Studi Kasus PDAM Sidoarjo Cabang Waru II)
Nama : Widya Hapsari Rahmawati
NRP. : 03211440000046
Topik : Penelitian

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1	Kata pengantar? ✓
2	1st. Neraca balance air belum ada (skema diagram) → & buat ✓
3	Langkah 3 perhitung. kerugian finansial & faktor apa saja? ✓
4	kehilangan fisik & non fisik. (berrekening & tak berrekening) → hitung kembali finansial, tdk kehilangan air tak berrekening, & losses & berrekening. ✓
5	buat saran & kesimpulan sistem sept. harden ↓ sebelumnya dibahas dulu ✓
6	alasan margin error = 30% ✓

Widya Hapsari Rahmawati 26/07/19

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji : Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc.

Dosen Pembimbing : Welly Herumurti, ST., M.Sc.

(Nieke)

(Welly)

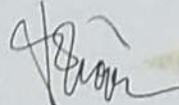


UTA-B1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2018-2019

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir

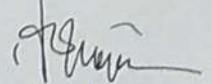
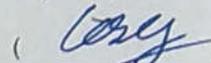
Hari, tanggal : Jumat, 26 Juli 2019
Pukul : 09:30 - 11:00
Lokasi : TL 105
Judul : Studi Kehilangan Air Menggunakan Software WB-EasyCalc (Studi Kasus PDAM Sidoarjo Cabang Waru II)
Nama : Widya Hapsari Rahmawati
NRP. : 0321144000046
Topik : Penelitian

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
	<p>(-) Daftar isi, tabel, gambar → margin jangan melebihi jumlah halaman harus di tepi luar</p> <p>(-) Gambar 2.1 → sumber?</p> <p>(-) Perkiraan setelah ① → span</p> <p>(-) Halaman kosong selain akhir bab → tidak boleh</p> <p>(-) Saran diisikan $\left\{ \begin{array}{l} \text{sampel deduksi busikan ke mana?} \\ \text{bagaimana utk data PDAM yg} \\ \text{tidak tercatat.} \end{array} \right.$</p> <p>- Penentuan error margin → harus ada alasan penggunaan 1% dan 100%? ←</p> <p>(-) Pertimbangan asumsi kritis</p> <p style="text-align: right;"> 29/07/2019</p>

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji Bieby Vojant Tangahu, ST, MT, Ph.D

Dosen Pembimbing Welly Herumurti, ST., M.Sc.



UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2018-2019

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Jumat, 26 Juli 2019
Pukul : 09:30 - 11:00
Lokasi : TL 105
Judul : Studi Kehilangan Air Menggunakan Software WB-EasyCalc (Studi Kasus PDAM Sidoarjo Cabang Waru II)
Nama : Widya Hapsari Rahmawati
NRP. : 03211440000046
Topik : Penelitian

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1.	Strategi diperbaiki
1.	Saran : Perbaikan penulisan dapat dilihat di buku
2.	Saran penelitian

Widya 25/7 2019

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji Alfan Purnomo, ST., MT.

Dosen Pembimbing Welly Herumurti, ST., M.Sc.

(Alfan)
(Welly)



FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Widya Hapsari Rahmawati
NRP : 03211440000046
Judul Tugas Akhir : Studi Kehilangan Air Menggunakan Software WB-EasyCalc
(Studi Kasus : PDAM Sidoarjo Cabang Waru II)

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1.	Saran diisi	Saran sudah diisi
2.	Keseimbangan air dibuat skema	Keseimbangan air sudah dibuat
3.	Strategi penurunan kehilangan air diperbaiki	Strategi penurunan kehilangan air sudah diperbaiki
4.	Saran dan kesimpulan disusun seperti narasi	
5.	Kata pengantar diperbaiki	Kata pengantar sudah diperbaiki
6.	Perbaiki alasan margin error	Sudah diperbaiki
7.	Daftar isi, tabel gambar, jangan melebihi margin	Sudah diperbaiki
8.	Halaman harus tepi luar	Sudah diperbaiki
9.	Perbaiki penulisan	Sudah diperbaiki
10.	Tidak boleh ada halaman kosong selain akhir bab	Sudah diperbaiki
11.	Perhitungan asumsi ditulis	Sudah diperbaiki

Dosen Pembimbing,

Mahasiswa Ybs.,

Widya H.R.