



TUGAS AKHIR - RE 184804

STUDI KEHILANGAN AIR DALAM SISTEM DISTRIBUSI AIR MINUM PDAM KOTA MALANG

MARIA ULFA MEGARINI
0321144000052

DOSEN PEMBIMBING
Adhi Yuniarto S.T., M.T., Ph.D.

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



TUGAS AKHIR - RE 184804

**STUDI KEHILANGAN AIR
DALAM SISTEM DISTRIBUSI AIR MINUM
PDAM KOTA MALANG**

MARIA ULFA MEGARINI
0321144000052

DOSEN PEMBIMBING
Adhi Yuniarto S.T., M.T., Ph.D.

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



FINAL PROJECT - RE 184804

**Study of Water Losses
in PDAM Kota Malang
Drinking Water Distribution System**

MARIA ULFA MEGARINI
0321144000052

SUPERVISOR
Adhi Yuniarto S.T., M.T., Ph.D.

DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil Planning and Geo Engineering
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI KEHILANGAN AIR DALAM SISTEM DISTRIBUSI AIR MINUM
PDAM KOTA MALANG**

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

MARIA ULFA MEGARINI

NRP 03211440000052

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



Adhi Yuniarto S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 19730601 200003 1 001



Studi Kehilangan Air Dalam Sistem Distribusi Air Minum PDAM Kota Malang

Nama Mahasiswa : Maria Ulfa Megarini
NRP : 0321144000052
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Adhi Yuniarto S.T., M.T., Ph.D.

ABSTRAK

Kehilangan air telah menjadi permasalahan umum bagi Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Data Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat tahun 2007 menunjukkan bahwa kerugian finansial akibat kehilangan air dapat mencapai Rp 2,9 triliun per tahun. PDAM Kota Malang adalah salah satu PDAM yang menjadi percontohan dalam pengendalian kehilangan air di Indonesia. Hal ini dikarenakan PDAM Kota Malang berhasil menurunkan nilai kehilangan air dari 38,8% (2009) menjadi 20,31% (2018).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai dan komponen kehilangan air serta menentukan strategi penurunan kehilangan air yang terbaik untuk diterapkan oleh PDAM Kota Malang. Untuk mengetahui nilai dan komponen kehilangan dilakukan penyusunan neraca air dengan WB-EasyCalc. Selanjutnya dilakukan penentuan strategi penurunan nilai kehilangan air.

Dari penelitian ini diketahui nilai dan komponen kehilangan air pada sistem distribusi air minum PDAM Kota Malang pada bulan Juli 2019 sebesar 24,7% terdiri dari 18,7% kehilangan air fisik dan 6,0% kehilangan air non-fisik. Beberapa strategi terbaik yang dapat diterapkan untuk menurunkan nilai kehilangan air fisik tersebut adalah melakukan pengendalian kebocoran aktif, pengelolaan tekanan air, serta percepatan dan peningkatan kualitas perbaikan. Sedangkan strategi untuk menurunkan nilai kehilangan air non-fisik adalah melakukan perawatan dan pergantian meter air, mencegah penggunaan hidran pemadam kebakaran secara ilegal, melakukan pemeriksaan hasil pencatatan meter, serta menggunakan *Automatic Meter Reading*.

Kata kunci: Kehilangan Air, Neraca Air, WB-EasyCalc

Halaman ini sengaja dikosongkan

Study of Water Losses in PDAM Kota Malang Drinking Water Distribution System

Nama of Student : Maria Ulfa Megarini
NRP : 03211440000052
Departement : Environmental Engineering
Supervisor : Adhi Yuniarto S.T., M.T., Ph.D.

ABSTRACT

Water losses has become a common problem for drinking water enterprise (PDAM). Data from the Ministry of Public Works and Public Housing in 2007 showed that financial losses due to water losses could reach Rp 2.9 trillion per year. PDAM Kota Malang is the one of drinking water enterprises that has become a leader in controlling water losses in Indonesia. Due to the succession in reducing the value of water losses from 38.8% (2009) to 20.31% (2018).

The purpose of this study were to determine the value and components of water losses and determine the better water losses reduction strategies that can be applied by PDAM Kota Malang. To find out the value and component of losses, water balance was made by using WB-EasyCalc followed by determining a strategy to reduce the value of water losses that can be applied by PDAM Kota Malang.

From this study it was known that the value and component of water losses in the drinking water distribution system of PDAM Kota Malang in July 2019 is 24.7% which consists of 18.7% of real losses (physical losses) and 6.0% of apparent losses (commercial losses). Some strategies that could be applied by PDAM Kota Malang to reduce the value of real losses were controlling active leakage, managing water pressure, accelerating and improving the quality of repairs. Whereas the strategy to reduce the value of commercial losses were conducting the maintenance and replacement of error water meters, prevent the use of hydrants illegally, checking meters or record, and the application of Automatic Meter Reading.

Key words: Water balance, Water losses, WB-EasyCalc

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, khususnya pada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Studi Kehilangan Air Dalam Sistem Distribusi Air Minum PDAM Kota Malang,”. Penulisan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari partisipasi dan bimbingan dari semua pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Adhi Yuniarto, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir, terima kasih atas bimbingan, saran dan kesabarannya dalam penyusunan Tugas Akhir ini,
2. Bapak Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE., M.Sc., Ph.D., Bapak Welly Herumurti, ST., M.Sc., dan Bapak Alfan Purnomo, S.T., M.T. selaku dosen pengarah,
3. Bapak Sutjibto, Bapak Gigih Yuli A, Ibu Desy, dan seluruh karyawan PDAM Kota Malang yang telah membantu, membimbing dan memfasilitasi penulis,
4. Orang tua dan keluarga tercinta yang telah memberikan dorongan motivasi, biaya, dan doa.
5. Widya, Raka, Bagas, Diva, dan teman-teman yang memberikan bantuan dan dukungan.

Penyusunan tugas akhir ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan.

Surabaya, Januari 2020
Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
Daftar Gambar	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Manfaat	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Neraca Air	5
2.2 Pengertian dari Kehilangan Air	8
2.3 Kehilangan Air Secara Fisik	8
2.4 Kehilangan Air Secara Non-Fisik	10
2.5 WB-EasyCalc	12
2.6 Pembuatan Neraca Air Dengan WB-Easycalc	12
2.7 Strategi Penurunan Nilai Kehilangan Air	13
2.8 Gambaran Umum PDAM Tirta Dharma Kota Malang .	14
BAB 3 METODE PENELITIAN	29
3.1 Kerangka Pengerjaan Tugas Akhir	29
3.2 Tahapan Penelitian	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Penyusunan Neraca Air Untuk Mengetahui Nilai dan Komponen Kehilangan Air	37
4.1.1 Input Volume Sistem	38
4.1.2 Konsumsi Bermeter Berekening	39

4.1.3 Konsumsi Tak Bermeter Berekening	40
4.1.4 Konsumsi Bermeter Tak Berekening	41
4.1.5 Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening	42
4.1.6 Konsumsi Tak Resmi.....	47
4.1.7 Ketidakakuratan Meter Dan Penanganan Data....	50
4.1.8 Informasi Keuangan.....	53
4.1.9 Neraca Air PDAM Kota Malang	59
4.2 Komponen Neraca Air PDAM Kota Malang	61
4.3 Strategi Penurunan Kehilangan Air	66
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1 Kesimpulan	73
DAFTAR PUSTAKA.....	77
BIOGRAFI PENULIS	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sumber Air Baku PDAM Kota Malang.....	15
Tabel 2. 2 Daftar Zona dan Jumlah DMA	16
Tabel 2. 3 Jenis dan Kelompok Pelanggan.....	18
Tabel 2. 4 Nilai NRW Tahun 2011-2018	24
Tabel 4. 1 Input Data Volume Sistem	39
Tabel 4. 2 Input Data Konsumsi Bermeter Berekening	40
Tabel 4. 3 Input Data Konsumsi Tak Bermeter Berekening	41
Tabel 4. 4 Input Data Konsumsi Bermeter Tak Berekening	42
Tabel 4. 5 Input Data Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening	43
Tabel 4. 6 Input Data Konsumsi Tak Resmi.....	49
Tabel 4. 7 Input Data Ketidakakuratan Meter	51
Tabel 4. 8 Input Data Kesalahan Penanganan Data	52
Tabel 4. 9 Data Informasi Keuangan	54
Tabel 4. 10 Detail Volume Setiap Komponen NRW Sebenarnya.....	57
Tabel 4. 11 Perbandingan Biaya Komponen NRW	58
Tabel 4. 12 Strategi Penurunan Kehilangan Air	66

Halaman ini sengaja dikosongkan

Daftar Gambar

Gambar 2. 1 Neraca Air dan Komponen NRW	6
Gambar 2. 2 Rantai Pasok PDAM Kota Malang	25
Gambar 2. 3 Struktur Organisasi PDAM Kota Malang	26
Gambar 2. 4 Struktur Organisasi Tim Penurunan Kehilangan Air.....	27
Gambar 3. 1 Skema Kerangka Penelitian.....	30
Gambar 4. 1 Tampilan Awal WB-Easycalc.....	37
Gambar 4. 2 Neraca Air 1 Tahun Oleh WB-Easycalc	55
Gambar 4. 3 Hasil Penyusunan Neraca Air Bulan Juli 2019 Menggunakan Microsoft Excel.....	59
Gambar 4. 4 Hasil Penyusunan Neraca Air Bulan Juli 2019 Menggunakan WB-Easycalc.....	60
Gambar 4. 5 Grafik Persentase Konsumsi Resmi dan Kehilangan Air...	65

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kehilangan air telah menjadi permasalahan umum bagi Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) (Heston dan Nur, 2016). Menurut Al-Hanif dan Arya (2016), kehilangan air dapat diasumsikan dengan kehilangan pendapatan pihak PDAM. Saparina (2017) menjelaskan data resmi Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat menunjukkan bahwa rata-rata kehilangan air di Indonesia mencapai sekitar 37%. Apabila dihitung, peluang pendapatan yang hilang berdasarkan harga air rata-rata saat itu (Rp 1.900 per m³), sedangkan produksi +/- 130.000 liter/detik, maka kerugian mencapai 2,9 trilyun rupiah per tahun (BPPSPAM, 2013).

Kehilangan air adalah perbedaan antara air yang diproduksi dan masuk ke sistem distribusi dengan air yang terpakai dan terbayar oleh konsumen (Sudiro, 2007). Menurut Thorton (2008) dalam Sya'bani (2016), kehilangan air terjadi dalam 2 cara mendasar. Kehilangan air dapat terjadi akibat kehilangan air teknis (*real losses*) dan penggunaan ilegal yang disebut dengan kehilangan komersial/non-teknis (*apparent losses*). Farley (2008) menjelaskan situasi ini bisa dipahami dengan mengkuantifikasikan kehilangan air dan komponen-komponennya. Manajer perusahaan air minum mempunyai satu alat untuk mendukung langkah kehilangan air, yaitu penghitungan neraca air. 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).

WB-EasyCalc merupakan contoh satu alat untuk membantu penghitungan neraca air. Perangkat lunak berbasis *spreadsheet* ini yang disusun oleh Liemberger and Partners dan didukung oleh World Bank Institute (WBI). Salah satu kelebihan perangkat lunak ini bukan hanya meminta data fisik namun juga mengkaji keakuratan data tersebut. Contohnya, EasyCalc bisa menentukan bahwa *Non Revenue Water* (NRW) adalah 21% dengan keakuratan +/- 66% yang artinya bahwa

NRW yang sesungguhnya berkisar antara 7% dan 35% (Farley, 2008).

Menurut Saparina (2017), PDAM yang menjadi percontohan dalam pengendalian kehilangan air adalah PDAM Tirta Dharma Kota Malang. Penurunan kehilangan air PDAM Tirta Dharma mengalami penurunan yang signifikan dimana dari tahun 2009 sebesar 38,8% dan pada tahun 2015 bisa diturunkan hingga ke angka 18,6%. Namun, persentase angka tersebut berdasarkan rata-rata kehilangan air dari zona-zona pelayanan PDAM Tirta Dharma Kota Malang. Dari pernyataan tersebut, PDAM Tirta Dharma Kota Malang (2016) menjelaskan bahwa dalam strategi penurunan kehilangan air ialah dengan membagi wilayah zona menjadi sub zona. Sub zona yang dimaksud dapat disebut *District Meter Area* (DMA). Tujuan dari pembagian wilayah zona menjadi zona adalah untuk mempermudah analisis neraca air untuk perhitungan nilai kehilangan air.

Selain permasalahan yang terjadi, penulis juga ingin mengetahui perubahan nilai kehilangan air PDAM Kota Malang, terutama nilai kehilangan air pada hingga tahun 2019. Untuk mengetahui perubahan dan nilai kehilangan air terkini, maka diperlukan penyusunan neraca air dengan menggunakan *software* WB-Easycalc. Neraca air yang disusun merupakan neraca air yang digunakan untuk mengetahui nilai kehilangan air PDAM Kota Malang.

Setelah melakukan perhitungan nilai kehilangan air, penulis juga melakukan wawancara dengan bagian Kehilangan Air PDAM Kota Malang. Diharapkan dengan melakukan penelitian ini, penulis dapat memberikan rekomendasi strategi untuk menurunkan nilai kehilangan air bagi PDAM Kota Malang.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimanakah penjelasan dari setiap nilai komponen-komponen kehilangan air pada sistem distribusi air minum PDAM Kota Malang?
2. Strategi apa saja yang terbaik untuk diterapkan dalam mengatasi permasalahan kehilangan air pada sistem distribusi air minum PDAM Kota Malang?

1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Menjelaskan setiap nilai komponen-komponen kehilangan air pada sistem distribusi air minum PDAM Kota Malang.
2. Menentukan strategi yang terbaik untuk diterapkan dalam mengatasi permasalahan kehilangan air pada sistem distribusi air minum PDAM Kota Malang.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari tugas akhir ini adalah

1. Wilayah studi pada tugas akhir ini dilakukan pada wilayah pelayanan PDAM Kota Malang
2. Masalah yang dikaji adalah kehilangan air secara fisik dan non-fisik
3. Untuk mengetahui nilai kehilangan air dilakukan penyusunan neraca air menggunakan *software* WB-EasyCalc versi 6.0
4. Neraca air yang disusun merupakan neraca air pada sistem distribusi air minum PDAM Kota Malang bulan Juli 2019
5. Tidak dilakukan perhitungan nilai Indeks Kehilangan Infrastruktur (*Infrastructure Leakage Index/ILI*)
6. Dilakukan perbandingan analisis biaya kehilangan air selama 6 bulan dari hasil pengolahan data WB-EasyCalc dengan hasil perhitungan total volume NRW oleh PDAM Kota Malang
7. Data volume input sistem, konsumsi resmi, serta perkiraan nilai kehilangan air non fisik merupakan data sekunder yang diperoleh dari PDAM Kota Malang

8. Dalam menentukan strategi penurunan nilai kehilangan air dilakukan wawancara dengan bagian Kehilangan Air PDAM Kota Malang

1.5 Manfaat

Manfaat dari hasil tugas akhir ini adalah

1. Mengetahui nilai kehilangan air di wilayah studi serta biaya yang dikeluarkan PDAM Kota Malang akibat dari kehilangan air tersebut
2. Menjadi evaluasi bagi PDAM Kota Malang untuk menurunkan kehilangan air pada sistem distribusi air minum

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Neraca Air

Suatu rangkaian kegiatan yang dilakukan untuk memperhitungkan air yang dimasukkan ke dalam sistem distribusi dan pendistribusiannya merupakan definisi dari audit air. Untuk mempermudah pelaksanaan audit air, diperlukan instrumen pembantu. Instrumen pembantu tersebut dapat berupa neraca air (BPPSPAM, 2013). Menurut Harto (2000) dalam Pranata (2017), konsep dasar neraca air adalah keseimbangan antara jumlah air yang masuk, yang tersedia, dan yang keluar dari sistem tertentu. Sedangkan menurut Sya'bani (2016), neraca air adalah sebuah cara atau metode perhitungan kehilangan air yang memudahkan dalam menganalisis kehilangan air. Semua istilah yang digunakan pada neraca air disusun secara berurutan karena biasanya membaca neraca air dari kiri ke kanan.

Tidak seluruh air yang diproduksi oleh perusahaan air minum dapat dijual kepada pelanggan atau bahkan dapat diukur melalui meter air pada titik pengambilannya. Istilah-istilah yang digunakan untuk mengklasifikasikan penggunaan air sering kali membingungkan misalnya dalam hal perbedaan antara kehilangan air (*waterloss*) dan air *Non-Revenued Water* (NRW). *Non-revenued water* adalah perbedaan antara jumlah air yang diproduksi dengan air yang terjual. Sedangkan secara umum kehilangan air dapat didefinisikan sebagai air yang terdistribusi dalam bentuk kebocoran (*leaks*) dan penggunaan lainnya secara ilegal. Adapun data-data yang dipergunakan untuk pembuatan Neraca Air ialah sesuai dengan skema pada Gambar 2.1

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

Gambar 2. 1 Neraca Air dan Komponen NRW

Beberapa data-data yang diperlukan dalam penyusunan neraca air menurut BPPSPAM (2013) dan Farley (2008) dapat dijelaskan sebagai berikut:

Volume input ke dalam sistem

Volume air yang memasuki sistem distribusi akan lebih mudah diketahui jika air yang keluar dari sistem produksi langsung diukur oleh meteran air yang terpasang. Tetapi bila sistem produksi tidak terdapat meteran, pengukuran dapat dilakukan dengan:

- Mengukur aliran menggunakan alat ukur jinjing (“portable”).
- Uji penurunan muka air (drop test) di reservoir.
- Analisis kurva pompa, tekanan dan jam pemompaan.

Konsumsi Resmi

Jumlah konsumsi resmi dapat dimaksud dengan volume air tahunan yang bermeter dan/atau tidak bermeter, yang digunakan oleh pelanggan yang terdaftar (resmi), pemasok air dan pihak-pihak lain yang secara sah diijinkan atau diketahui.

Komponen konsumsi resmi terdiri dari:

a. Konsumsi berekening bermeter

Konsumsi ini merupakan konsumsi resmi yang berekening dan menghasilkan pemasukan.

b. Konsumsi berekening tak bermeter

Konsumsi ini merupakan penggunaan air yang dikonsumsi pelanggan resmi tanpa meter. Contohnya adalah sistem penyediaan air minum yang dibangun di perdesaan pada masa lalu banyak yang tidak menggunakan meter air, melainkan menggunakan pembatas aliran (*restrictor*). Penagihan rekening berdasarkan tarif rata bulanan. Pelanggan jenis ini menyebabkan kehilangan komersial yang cukup besar.

c. Konsumsi tak berekening bermeter

Konsumsi ini merupakan pemakaian air untuk pelanggan yang dipasang meter tetapi kebijakan perusahaan tidak memungut biaya pemakaian air (gratis). Contohnya adalah pemakaian sendiri untuk kantor PDAM, kantor bupati/walikota, dan kegiatan penggunaan air yang konsumsinya tidak terlalu tinggi.

d. Konsumsi tak berekening tak bermeter

Konsumsi ini merupakan penggunaan air yang diketahui, tetapi tidak dipasang meter dan tidak (bisa) ditagih. Sebagai contoh air yang digunakan untuk pemakaian sendiri (pencucian pipa, perbaikan pipa, dll), pemadam kebakaran, penyiraman taman kota, air mancur kota, pembersihan jalan, dan pemakaian lain yang sejenis.

Kehilangan Komersial

Kehilangan air komersial terdiri dari konsumsi tak resmi dan ketidak akuratan meter serta kesalahan penanganan data. Pada kehilangan air komersial, sebenarnya air tidak keluar dari sistem distribusi (bocor), tetapi pencatatannya tidak sesuai dari yang dikonsumsi.

Kehilangan Fisik

Kehilangan air fisik merupakan jumlah air yang hilang keluar dari perpipaan distribusi sebelum digunakan oleh pelanggan.

2.2 Pengertian dari Kehilangan Air

Kehilangan air adalah perbedaan antara air yang diproduksi dan masuk ke sistem distribusi dengan air yang terpakai dan terbayar oleh konsumen (Sudiro, 2007). Definisi lain dari kehilangan air adalah selisih antara Volume Input Sistem dan Konsumsi Resmi. Kehilangan air tersebut terdiri dari kehilangan air non-fisik dan kehilangan air fisik (Farley, 2008). Menurut Yuono (2009) dalam Tjaturono, dkk (2017), kehilangan air bagi PDAM merupakan salah satu penyebab utama buruknya kinerja PDAM, kerugian secara finansial, dan menurunnya kualitas pelayanan air bersih.

2.3 Kehilangan Air Secara Fisik

Kehilangan air secara fisik, kadang-kadang disebut sebagai kebocoran, mencakup total volume kehilangan air dikurangi kehilangan nonfisik/komersial. Tiga komponen utama kehilangan air secara fisik adalah:

a. Kebocoran dari pipa transmisi dan distribusi

Dengan menggunakan data dari catatan perbaikan, jumlah kebocoran pada pipa yang diperbaiki selama periode pelaporan, dan perkiraan laju aliran rata-rata kebocoran dari pipa transmisi dan distribusi dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

Total volume tahunan kebocoran dari pipa = Jumlah semburan Yang dilaporkan x Laju aliran rata-rata kebocoran x Durasi kebocoran rata-rata.....2.1

Selanjutnya, perhitungan jumlah kebocoran dari pipa transmisi dan distribusi dilanjutkan dengan memperkirakan *background losses* dan *excess losses*. *Background losses* yaitu kebocoran-kebocoran kecil dan rebusan pada sambungan pipa yang mengalir pada kecepatan rendah yang dideteksi pada survei pendeteksi kebocoran aktif. Sedangkan *excess losses* merupakan air yang hilang karena kebocoran-kebocoran yang tidak terdeteksi dan diperbaiki dalam kegiatan pengendalian kebocoran yang berlaku saat ini.

b. Kebocoran dan limpahan dari *reservoir* dan tangki penyimpanan perusahaan air minum

Kehilangan air ini dikarenakan oleh kebocoran yang terjadi dalam tangki *reservoir* ataupun karena tumpahan air yang melimpah dari *reservoir* akibat kurangnya pengamatan secara rutin setiap malam terhadap setiap *reservoir*. Pengamatan-pengamatan ini dapat dilakukan baik secara fisik atau dengan memasang satu alat penyimpan data (*data logger*) yang kemudian akan mencatat tinggi permukaan *reservoir* secara otomatis dalam interval yang telah ditentukan sebelumnya.

c. Kebocoran pada pipa dinas hingga ke meter pelanggan

Jenis kebocoran seperti ini biasanya lebih sulit dideteksi dan menghasilkan volume kehilangan fisik yang terbesar. Nilai dari kebocoran ini dapat diperkirakan dengan mengurangkan kebocoran pipa distribusi utama dan

kebocoran tangki penyimpanan dari total volume kehilangan fisik.

(Farley, 2008)

2.4 Kehilangan Air Secara Non-Fisik

Kehilangan air non-fisik adalah kehilangan yang diakibatkan dari pemakaian air oleh konsumen, akan tetapi tidak mendatangkan pendapatan (Sudiro, 2007). Selain definisi tersebut, Farley (2008) juga menyatakan bahwa kehilangan nonfisik kadang-kadang disebut juga *apparent losses*. *Apparent losses* mencakup air yang dikonsumsi namun tidak dibayar oleh pengguna. Penyebab kehilangan nonfisik tersebut dapat dirinci menjadi empat elemen fundamental, yaitu:

a. Ketidakakuratan meter pelanggan

Ketidakakuratan meter cenderung membuat konsumsi air yang terbaca oleh meter tercatat dalam jumlah yang lebih rendah. Hal tersebut mengakibatkan berkurangnya penjualan sehingga menyebabkan turunnya penghasilan dari penjualan air. Ketidakakuratan meter ini dapat terjadi karena jenis meter yang digunakan sudah tua dan rusak ataupun adanya ketidaksesuaian jenis meter air yang digunakan.

Menurut Standar Nasional Indonesia Tahun 2008 tentang Spesifikasi meter air minum, kesalahan maksimum yang diizinkan dalam pembacaan volume air oleh meter air adalah 5%. Kesalahan pembacaan volume air yang dimaksud berlaku pada meter air yang berada dalam kondisi kerja operasi meter air. Selain ketentuan tersebut, terdapat ketentuan kesalahan maksimum dalam pembacaan volume oleh meter air yang digunakan. Ketentuan mengenai kesalahan maksimum tersebut adalah sbb:

- a) untuk air yang mempunyai temperatur $\leq 30^{\circ}\text{C}$ Kesalahan maksimum yang diijinkan, positif atau negatif, terhadap volume yang mengalir adalah 2%;
- b) untuk air yang mempunyai temperatur $> 30^{\circ}\text{C}$ Kesalahan maksimum yang diijinkan, positif atau negatif, terhadap volume yang mengalir adalah 3%.

b. Konsumsi tak resmi

Konsumsi tak resmi antara lain adalah sambungan ilegal, *bypass* pada meter, penggunaan hidran tak resmi, dan sistem pengumpulan tagihan yang tidak sesuai aturan. Sambungan ilegal mencakup pemasangan sambungan secara fisik ke jalur pipa distribusi air tanpa sepengetahuan dan persetujuan perusahaan layanan air minum. Sedangkan *bypass* pada meter adalah sebuah pipa tambahan yang dipasang di sekitar meter. Pipa *bypass* ini seringkali dipendam di dalam tanah dan sangat sulit untuk dideteksi. Jenis konsumsi tak resmi seperti ini biasanya dilakukan oleh pelanggan industri dan komersial, dimana volume konsumsi yang kecil melewati meter sementara sisanya melewati pipa *bypass*. Untuk kegiatan penggunaan hidran tak resmi, kegiatan konsumsi ini dapat berupa penggunaan hidran secara ilegal untuk mengisi tanker atau memberikan pasokan air pada lokasi bangunan.

c. Kesalahan pembacaan meter

Kesalahan-kesalahan ini dapat dengan mudah terjadi karena pengabaian meter yang menua atau bahkan korupsi selama proses pembacaan meter dan penagihan pelanggan. Pembaca meter yang tidak mempunyai kompetensi atau pengalaman juga dapat menyebabkan kesalahan pembacaan meter. Selain itu, jarum penunjuk yang kotor, meter yang rusak, dan meter yang macet juga bisa mengakibatkan kesalahan-kesalahan dalam pembacaan meter. Para pembaca meter harus segera melaporkan masalah-masalah yang dilihat, dan tim pemeliharaan harus mengambil tindakan untuk mengatasi masalah dengan cepat.

d. Kesalahan penanganan data dan pembukuan

Metode yang umum digunakan dalam penanganan data dan penagihan memerlukan seorang pembaca meter untuk mendatangi setiap pelanggan dan membaca meter pelanggan. Data kemudian dicatat dengan tulisan tangan pada sebuah formulir, dibawa ke

kantor, diberikan kepada bagian penagihan, dan diketik ke dalam sistem penagihan. Sebuah tagihan kemudian dicetak dan dikirimkan kepada pelanggan. Dalam skenario ini, berbagai kesalahan bisa terjadi dalam tahap-tahap yang berbeda: pembaca meter menuliskan data yang tidak benar, bagian penagihan menyetikkan data yang tidak benar ke dalam sistem penagihan, atau tagihan dikirim ke alamat yang salah.

2.5 WB-EasyCalc

WB-EasyCalc merupakan contoh satu alat untuk membantu penghitungan neraca air dalam mengatasi NRW. Perangkat lunak berbasis *spreadsheet* ini disusun oleh Liemberger and Partners dan didukung oleh World Bank Institute (WBI). Salah satu kelebihan WB-EasyCalc adalah bahwa perangkat lunak ini bukan hanya meminta data fisik namun juga mengkaji keakuratan data tersebut. Contohnya, ketika memasukkan volume produksi, pengguna juga harus membuat perkiraan tentang keakuratan data. Dengan menggunakan perkiraan-perkiraan ini, WB-EasyCalc dapat menghitung volume NRW dan berbagai komponennya selain keakuratan volume-volume tersebut. Contohnya, EasyCalc bisa menentukan bahwa NRW adalah 21% dengan keakuratan +/- 66% yang artinya bahwa NRW yang sesungguhnya berkisar antara 7% dan 35%. (Farley, 2008).

2.6 Pembuatan Neraca Air Dengan WB-Easycalc

Data yang dibutuhkan dalam pembuatan neraca air menggunakan *software* WB-EasyCalc adalah sebagai berikut:

- Data suplai air
- Data konsumsi bermeter berekening pelanggan
- Data jaringan pipa distribusi
- Data tekanan rata – rata air di jaringan pipa distribusi
- Data jumlah sambungan yang ada pada daerah pelayanan yang akan dibuat neraca airnya

Dari data tersebut, kemudian dapat dilakukan pembuatan neraca air dengan menggunakan *software* WB-Easycalc dengan tahapan sebagai berikut :

- a. Untuk periode bulanan, dilakukan penginputan data sumber air dari laporan bulanan PDAM
- b. Dilakukan input data konsumsi bermeter berekening.
- c. Dilakukan input data konsumsi tak bermeter berekening.
- d. Dilakukan input data konsumsi bermeter berekening.
- e. Dilakukan input data konsumsi tak bermeter berekening.
- f. Dilakukan input data jaringan distribusi pipa pelanggan pada kolom pipa distribusi dan transmisi.
- g. Dilakukan input data jaringan distribusi pipa dinas pada kolom pipa dinas.
- h. Dilakukan input data tekanan air di jaringan pipa distribusi pada kolom tekanan rata – rata.
- i. Dilakukan input data perkiraan jumlah sambungan pipa distribusi
- j. Didapatlah hasil data informasi keuangan saat *software* WB-Easycalc dijalankan.
- k. Didapatlah hasil data kehilangan air m^3 /hari dan /bulan.
- l. Didapatlah analisa tabel yang diperoleh dari *software* yaitu Neraca air dalam m^3 untuk periode 30 hari – 3 bulan (Sya'bani, 2016)

2.7 Strategi Penurunan Nilai Kehilangan Air

Menurut BPPSPAM (2013), cara yang lebih mudah dilakukan untuk menurunkan kehilangan air adalah:

- secepatnya memperbaiki kebocoran yang memang kelihatan atau dilaporkan.
- selalu memperbaharui (update) peta jaringan perpipaan.
- segera memanfaatkan peralatan deteksi kebocoran yang selama ini tidak dimanfaatkan (bila ada).
- selalu memperbaharui database pelanggan.
- mencari sambungan-sambungan ilegal secara rutin (sebaiknya dilakukan oleh tim dari pdam/perusahaan dengan sistem bonus, sosialisasi dengan seluruh

masyarakat di wilayah pelayanan, bekerja sama dengan aparat pemerintah seperti polisi dll.)

- penggantian meter air pelanggan khususnya yang berumur di atas 5 tahun.

2.8 Gambaran Umum PDAM Tirta Dharma Kota Malang

Sistem penyediaan air bersih di Kota Malang sudah ada sejak jaman Pemerintahan Belanda dan kegiatan penyediaan air minum untuk kota besar Malang dimulai sejak tanggal 31 Maret 1915, yang kemudian ketentuan persediaan air minum tersebut dikenal dengan nama *Waterleiding Verordening* Kota Besar Malang. Pemerintah Belanda memanfaatkan air dari sumber air Karanganyar yang saat ini terletak di wilayah Kabupaten Malang untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Kota Malang.

Akibat perkembangan penduduk yang semakin pesat dan kebutuhan akan air bersih yang semakin meningkat, pada tahun 1935 Pemerintah Daerah Kota Malang menyusun program peningkatan debit air produksi dengan memanfaatkan sumber Binangun yang saat ini terletak di wilayah Kota Batu sebesar 215 liter / detik. Pada tanggal 18 Desember 1974 dengan diterbitkannya Peraturan Daerah Nomor: 11 Tahun 1974, Unit Air Minum berubah dengan status Perusahaan Daerah Air Minum. Sejak itulah Perusahaan Daerah Air Minum Kotamadya Malang mempunyai status Badan Hukum dan mempunyai hak otonomi dalam pengelolaan air minum.

Dengan semakin berkembangnya Kota Malang yang tentunya memicu pertambahan jumlah penduduk Kota Malang mengakibatkan meningkatnya pula kebutuhan air bersih, sehingga untuk memenuhi dan demi menjaga kelangsungan pelayanan air pada konsumen selama 24 jam secara terus menerus, PDAM Kota Malang menambah kapasitas produksi dengan mengelola Sumber Air Wadit yang berada di wilayah Kabupaten Malang dan beberapa mata air di Kota Malang dengan menggunakan sistem pompanisasi.

Menjawab isu strategis nasional dimana air minum merupakan kebutuhan dasar manusia untuk memenuhi aspek

kesehatan disamping sebagai faktor pendorong pertumbuhan ekonomi dan meningkatkan derajat secara nasional sangat tergantung pada kemampuan dalam pelayanan penyediaan air minum, maka Perusahaan Daerah Air Minum Kota Malang berupaya meningkatkan pelayanan pada masyarakat akan pemenuhan kebutuhan air minum yang memenuhi baku mutu syarat kualitas air minum.

Sistem Distribusi Air PDAM Kota Malang

Sumber-sumber air PDAM terdiri dari air tanah, mata air dan air permukaan. Sumber-sumber air tersebut berlokasi di Kota Malang, Kabupaten Malang, dan Kota Batu. Untuk nama sumber air baku beserta lokasinya dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Sumber Air Baku PDAM Kota Malang

No	Nama Sumber	Lokasi	Sistem Pengaliran
1	Sumber Binangun Lama	Kota Batu	Gravitasi
2	Sumber Binangun Baru	Kota Batu	Gravitasi
3	Sumber Karang	Kota Batu	Gravitasi
4	Sumber Sumber Sari	Kab. Malang	Gravitasi
5	Sumber Wendit I	Kab. Malang	Pompanisasi
6	Sumber Wendit II	Kab. Malang	Pompanisasi
7	Sumber Wendit III	Kab. Malang	Pompanisasi
8	Sumber Banyuning	Kab. Malang	Pompanisasi
9	Sumur Badut I	Kota Malang	Pompanisasi
10	Sumur Badut II	Kota Malang	Pompanisasi
11	Sumur Sumber Sari I	Kota Malang	Pompanisasi
12	Sumur Istana Dieng I	Kota Malang	Pompanisasi
13	Sumur Istana Dieng II	Kota Malang	Pompanisasi
14	Sumur Supit Urang I	Kota Malang	Pompanisasi
15	Sumur Supit Urang II	Kota Malang	Pompanisasi

16	Mulyorejo	Kota Malang	Pompanisasi
17	Tlogomas I	Kota Malang	Pompanisasi
18	Tlogomas II	Kota Malang	Pompanisasi
19	Sumber PTU	Kab. Malang	Gravitasi

Sumber: PDAM Kota Malang, 2019

PDAM Kota Malang melakukan proses transmisi dan distribusi air bersih dengan dua sistem, yaitu perpompaan dan gravitasi. Hal ini disesuaikan dengan kondisi bentang alam yang ada, seperti kontur unit-unit di lapangan. Untuk proses distribusi air PDAM dari sumber air menuju ke pelanggan dapat dilihat pada skema Rantai Pasok Gambar 2.2.

District Meter Area dan Zona PDAM Kota Malang

PDAM Kota Malang memiliki 173 *District Meter Area* (DMA) dari 13 Zona (PDAM Kota Malang, 2019). DMA yaitu teknik untuk memantau kebocoran dengan pemasangan meter induk pada titik yang strategis pada sistem distribusi. Setiap meter mencatat aliran yang masuk pada suatu wilayah kecil yang mempunyai batas-batas yang permanen. Berikut adalah daftar jumlah DMA pada masing-masing zona yang dimiliki PDAM Kota Malang.

Tabel 2. 2 Daftar Zona dan Jumlah DMA

No.	Nama Zona	Jumlah DMA
1.	Zona Bangkon	15
2.	Zona Betek	5
3.	Zona Binangun	3
4.	Zona Buring	18
5.	Zona Dawuhan	10
6.	Zona Dieng	8
7.	Zona Karang	6
8.	Zona Mojolangu	21
9.	Zona Sumpersari	1
10.	Zona Supit Urang	7
11.	Zona Tidar	3
12.	Zona Tlogomas	25

Pelayanan Publik PDAM Kota Malang

Pelayanan publik Perusahaan Daerah Air Minum Kota Malang diatur oleh Peraturan Direksi Perusahaan Daerah Air Minum Kota Malang Nomor: 19 Tahun 2016. Pelayanan publik yang dilakukan oleh PDAM Kota Malang yang dimaksud antara lain :

1. Melayani kebutuhan air minum kepada pelanggan;
2. Sambungan baru;
3. Pembayaran rekening air minum;
4. Pemeriksaan kualitas air;
5. Air tangki;
6. Uji akurasi meter air;
7. Tutup Tetap atas permintaan sendiri;
8. Tutup Tetap karena tunggakan rekening air;
9. Tutup Sementara;
10. Ganti Stop Kran/Ball Valve;
11. Pindah Meter;
12. Buka Kembali;
13. Ganti Nama;
14. Laporan Pengaduan, seperti ;
 - a. Air tidak mengalir;
 - b. Kebocoran;
 - c. Pencatatan pemakaian air;
 - d. Perbaikan jalan bekas galian pipa distribusi dan transmisi;
 - e. Meter hilang;
 - f. Segel meter air;
 - g. Air Keruh.

Jenis dan Kelompok Pelanggan PDAM Kota Malang

PDAM Kota Malang memiliki beberapa jenis dan kelompok pelanggan. Penentuan jenis dan kelompok pelanggan ini berguna untuk menetapkan tarif konsumsi air PDAM Kota Malang. Penentuan jenis dan kelompok pelanggan serta tarif air minum di atur pada Peraturan Walikota Malang

Nomor 39 Tahun 2014 Tentang Penetapan Tarif Air Minum Dan Biaya Langganan Pada Perusahaan Daerah Air Minum Kota Malang.

Tabel 2. 3 Jenis dan Kelompok Pelanggan

Kelompok Pelanggan	Jenis-jenis Pelanggan
KELOMPOK I	<p>SOSIAL A (IA)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pelanggan yang kegiatan setiap harinya memberikan pelayanan kepentingan umum, khususnya bagi masyarakat yang berpenghasilan rendah antara lain Hydran umum; Terminal umum; Kran umum.
	<p>SOSIAL B (IB)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pelanggan yang kegiatan setiap harinya melayani kepentingan umum dan masyarakat serta mendapatkan sumber dana sebagian dari kegiatannya antara lain: Kamar Mandi/WC Umum; Yayasan Sosial; Panti Asuhan; Rumah Ibadah.
	<p>SOSIAL C (IC)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pelanggan yang kegiatan setiap harinya memberikan pelayanan kepentingan umum dan masyarakat serta mendapatkan sumber dana sebagian dari kegiatannya antara lain: Balai latihan kerja (BLK); Puskesmas; Balai/Pos RW/Pos RT/Kelurahan; Sekolah (Playgroup,TK,SD,SLTP,SMU / SME),
KELOMPOK II	<p>RUMAH TANGGA A (IIA)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rumah tinggal yang di depannya terdapat jalan termasuk saluran got dan berm yang mempunyai lebar sampai dengan kurang dari 3 meter

Kelompok Pelanggan	Jenis-jenis Pelanggan
	<p>RUMAH TANGGA B (II B)</p> <ul style="list-style-type: none"> Rumah tinggal yang di depannya terdapat jalan termasuk saluran got dan berm yang mempunyai lebar 3 meter sampai dengan kurang dari 6 meter
KELOMPOK III	<p>RUMAH TANGGA C (II C)</p> <ul style="list-style-type: none"> Rumah tinggal yang di depannya terdapat jalan termasuk saluran got dan berm yang mempunyai lebar 6 meter sampai dengan kurang dari 9 meter
	<p>RUMAH TANGGA D (II D)</p> <ul style="list-style-type: none"> Rumah tinggal yang didalamnya terdapat usaha kecil (praktek bidan, warnet, salon, gudang, home industri kecil, agen tiket tavel kecil, bengkel kecil, toko obat bebas, warung, dll) dan didepannya terdapat jalan termasuk saluran got dan berm dengan lebar 3 meter sampai dengan kurang dari 6 meter
	<p>RUMAH TANGGA E (II E)</p> <ul style="list-style-type: none"> Rumah tinggal yang didepannya terdapat jalan propinsi, jalan protokol jalan kembar, jalan sekunder dan yang terletak di kawasan yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dengan lebar jalan termasuk saluran got dan berm 9 meter ke atas. Rumah tinggal yang terletak di kompleks perumahan elit dan real estate yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan didepannya terdapat jalan termasuk got dan berm dengan lebar 6 meter keatas. Rumah tinggal yang didalamnya terdapat usaha kecil dan didepannya

Kelompok Pelanggan	Jenis-jenis Pelanggan
	terdapat jalan termasuk saluran got dan berm 6 meter keatas.
	INSTANSI A (III A) <ul style="list-style-type: none"> • Perguruan Tinggi
	INSTANSI B (III B) <ul style="list-style-type: none"> • Kolam Renang Milik Pemerintah; Sarana Milik Pemerintah; Lembaga Pemerintah; Kantor Pemerintahan; Rumah Sakit Pemerintah: Kantor Perwakilan Negara Asing.
	NIAGA A (IVA) <ul style="list-style-type: none"> • Bengkel Mobil, Bengkel Sepeda; Rumah Toko (Ruko); Toko; Koperasi; Tempat Perbelanjaan (Toserba, Supermarket, Pasar Swalayan, Mega Mall dan Super Mall); Agen /Dealer/Show Room Mobil/Show Room Sepeda Motor dan sejenisnya; Biro Jasa; Eksportir dan Importir; Kantor Distributor dan Pemasaran; Praktek Dokter; Laboratorium Kesehatan; Apotek; Rumah Sakit, Poliklinik dan Balai Kesehatan; Rumah Makan; Penginapan (Hotel, Losmen, Home Stay) Tempat Hiburan dan Pertunjukkan (Billyard, Karaoke, Diskotik, Café, Bioskop); Kolam Renang; Tempat Rekreasi; Kantor Akuntan, Notaris, PPAT, Pengacara, Konsultan Konstruksi dan sejenisnya; Lembaga Kursus; Kantor Media Massa (Surat Kabar, Majalah, Radio, Televisi, Provider Internet); Pompa Bensin; Butik dan perawatan kecantikan; Pusat kebugaran fisik dan sejenisnya; Studio Foto; Warung

Kelompok Pelanggan	Jenis-jenis Pelanggan
	<p>Internet; Depot Air Isi Ulang dan usaha lainnya; yang didepannya terdapat jalan termasuk saluran got dan berm dengan lebar lebih dari 6 meter sampai dengan kurang dari 8 meter.</p>
	<p>NIAGA B (IVB)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usaha sebagaimana disebut dalam Kelompok Niaga A yang didepannya terdapat jalan termasuk got dan berm dengan lebar jalan 8 meter sampai dengan kurang 10 meter
	<p>NIAGA C (IVC)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usaha sebagaimana disebut dalam Kelompok Niaga A yang didepannya terdapat jalan termasuk got dan berm dengan lebar 10 meter keatas.
	<p>NIAGA D (IVD)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kantor BUMD/BUMN dan Lembaga Perbankan
	<p>INDUSTRI A (VA)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konveksi; Kerajinan Keramik; Pabrik Roti; Peternakan; Usaha Industri Kecil Lainnya.
	<p>INDUSTRI B (VB)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Karoseri; Pabrik Kimia; Perkayuan; Pabrik Es Swasta dan Cold Storage; Pabrik Minuman; Peternakan Besar; Pabrik Rokok; Usaha Industri Besar Lainnya.

Kelompok Pelanggan	Jenis-jenis Pelanggan
KELOMPOK KHUSUS	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis pelanggan yang tidak termasuk dalam kelompok I, kelompok II dan kelompok III

Sumber: Walikota Malang, 2014

Struktur Kelembagaan PDAM Kota Malang

Berdasarkan Peraturan Daerah Kota Malang Nomor 10 Tahun 2013 tentang organ dan kepegawaian perusahaan daerah air minum Kota Malang, struktur kelembagaan PDAM Kota Malang terdiri dari:

• Dewan Pengawas

Dewan Pengawas berasal dari unsur pejabat Pemerintah Kota, professional dan masyarakat konsumen yang diangkat oleh Walikota. Dewan Pengawas diangkat oleh Walikota Malang dengan Surat Keputusan Walikota Malang. Masa jabatan Dewan Pengawas adalah tiga tahun dan dapat diperpanjang satu periode berikutnya.

• Direksi

Direksi diangkat oleh Walikota Malang dengan Surat Keputusan Walikota Malang. Direksi mempunyai tugas diantaranya adalah:

- a. Menyusun perencanaan, melakukan koordinasi dan pengawasan seluruh kegiatan operasional PDAM.
- b. Membina pegawai.
- c. Mengurus dan mengelola kekayaan PDAM.
- d. Menyelenggarakan administrasi umum dan keuangan.
- e. Menyusun Rencana Strategis Bisnis 5 (lima) tahunan (*Bussiness/corporate plan*), rencana bisnis, dan anggaran tahunan atau Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP).
- f. Menyampaikan Rencana Strategi Bisnis dan RKAP kepada Walikota melalui Dewan Pengawas.
- g. Menyusun dan menyampaikan laporan seluruh kegiatan PDAM.

- **Manajer**

Para manajer diangkat oleh Direktur Utama PDAM Kota Malang. Para manajer mengepalai beberapa bagian. Pada susunan organisasi PDAM Kota Malang terdapat beberapa manajer yang dikepalai oleh Direktur, diantaranya adalah manajer umum, manajer sumber daya manusia, manajer keuangan, manajer hubungan pelanggan, dan lain-lain.

Saat ini PDAM Kota Malang sudah memiliki tim khusus untuk menangani kehilangan air dibawah pimpinan Manager Kehilangan Air. Berikut adalah Gambar 2.3 mengenai struktur organisasi PDAM Kota Malang.

Organisasi Kehilangan Air PDAM Kota Malang

Berdasarkan Peraturan Direksi PDAM Kota Malang Nomor 30 Tahun 2013 PDAM Kota Malang memiliki manajer kehilangan air yang secara struktur organisasi berada di bawah Direksi Teknik. Susunan organisasi bagian penurunan kehilangan air akan dijelaskan oleh Gambar 2.4

Menurut struktur organisasi bagian penurunan kehilangan air PDAM Kota Malang, manajer kehilangan air dibantu oleh asisten manager pengendalian kehilangan air dan asisten pengendalian jaringan. Dibawah asisten manager pengendalian air dibantu oleh beberapa supervisor, diantaranya adalah supervisor water balance, supervisor Active Leakage Control (ALC) wilayah barat, supervisor ALC wilayah timur, dan supervisor commercial losses. Sedangkan asisten manajer pengendalian jaringan dibantu oleh supervisor work response, supervisor pressure management, dan supervisor DMA & model hidrolika. Tim penurunan kehilangan air memiliki beberapa program kerja diantaranya adalah pressure management, water balance, dan deteksi kebocoran secara aktif.

Nilai Kehilangan Air PDAM Kota Malang

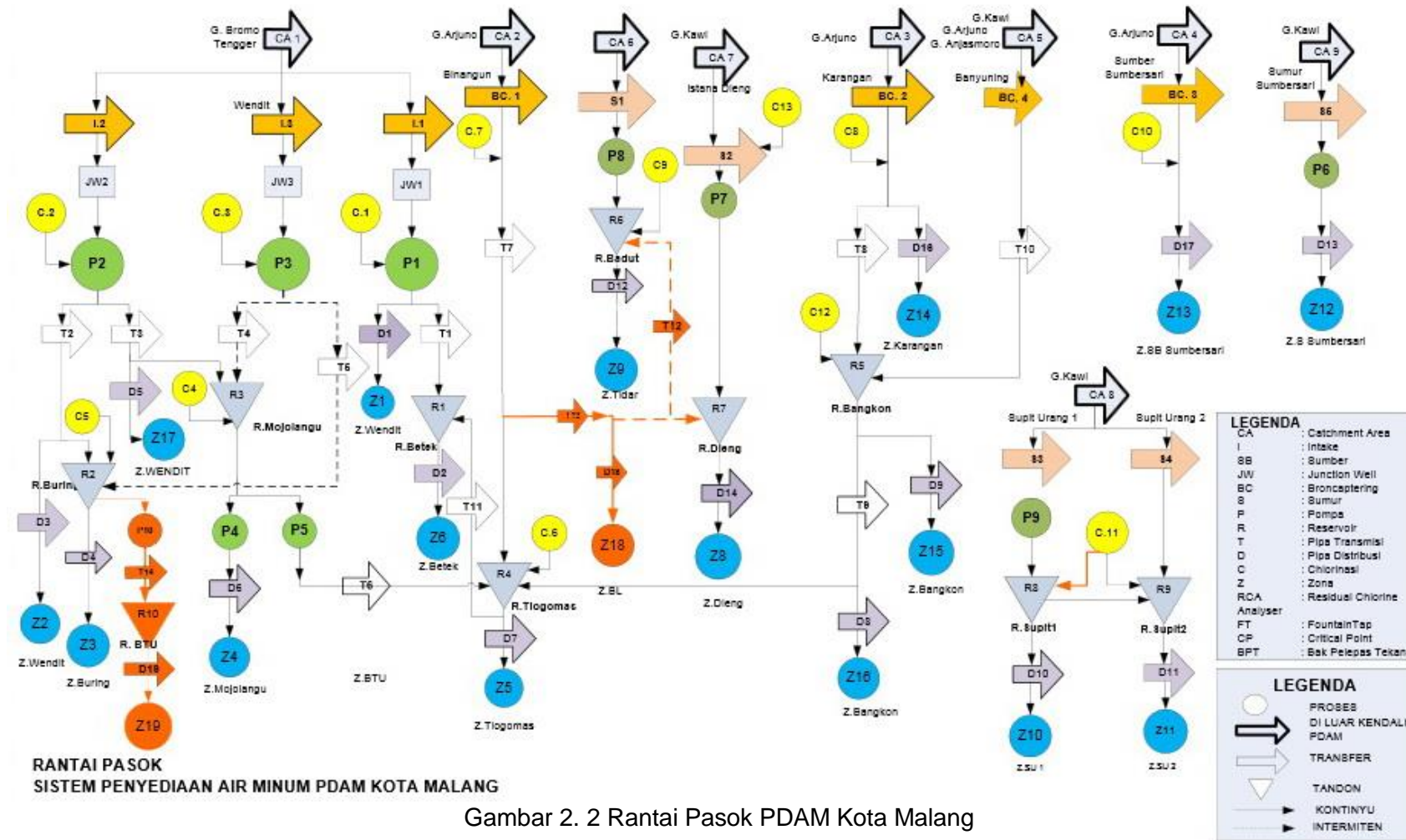
Angka kehilangan air di PDAM Kota Malang hingga tahun 2010 terbilang cukup tinggi dengan nilai hampir mencapai 50%. Dari pengalaman tersebut, sejak tahun 2010 PDAM Kota Malang

berkomitmen penuh melaksanakan program kehilangan air. PDAM Kota Malang mengimplementasikan teori strategi penurunan kehilangan air seperti penurunan kehilangan air fisik, infrastruktur DMA, dan strategi penurunan kehilangan air non fisik. Dengan diterapkannya strategi tersebut, pada tahun 2015, nilai NRW dapat diturunkan hingga 18,33%. Pada Tabel 2.4 berikut diberikan rekapitulasi nilai NRW pada PDAM Kota Malang mulai tahun 2011 hingga tahun 2018.

Tabel 2. 4 Nilai NRW Tahun 2011-2018

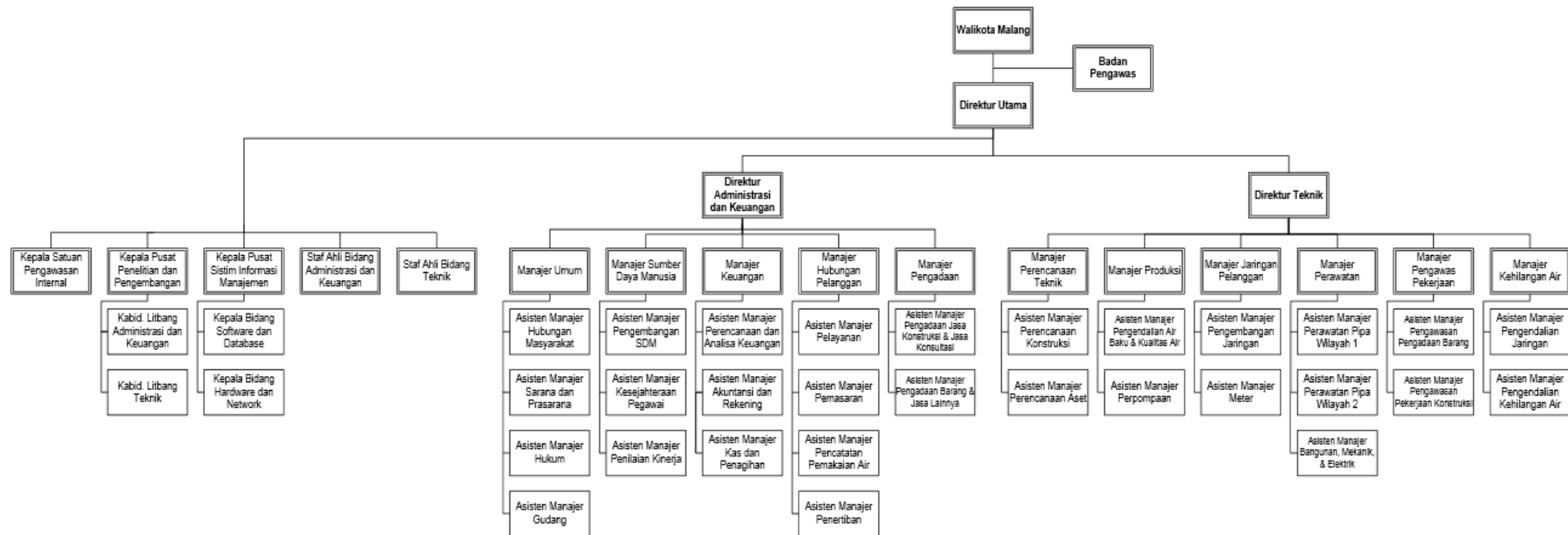
Tahun	Nilai NRW
2011	32,00%
2012	29,00%
2013	26.57%
2014	20,16%
2015	18,33%
2016	19.56%
2017	19,43%
2018	20,31%

Sumber: PDAM Kota Malang, 2019

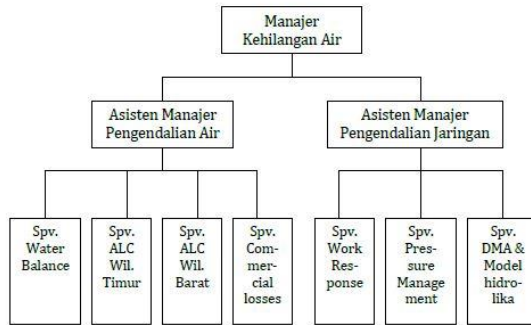


Gambar 2. 2 Rantai Pasok PDAM Kota Malang

Sumber: PDAM Kota Malang, 2019



Gambar 2. 3 Struktur Organisasi PDAM Kota Malang
 Sumber: PDAM Kota Malang, 2019



Gambar 2. 4 Struktur Organisasi Tim Penurunan Kehilangan Air

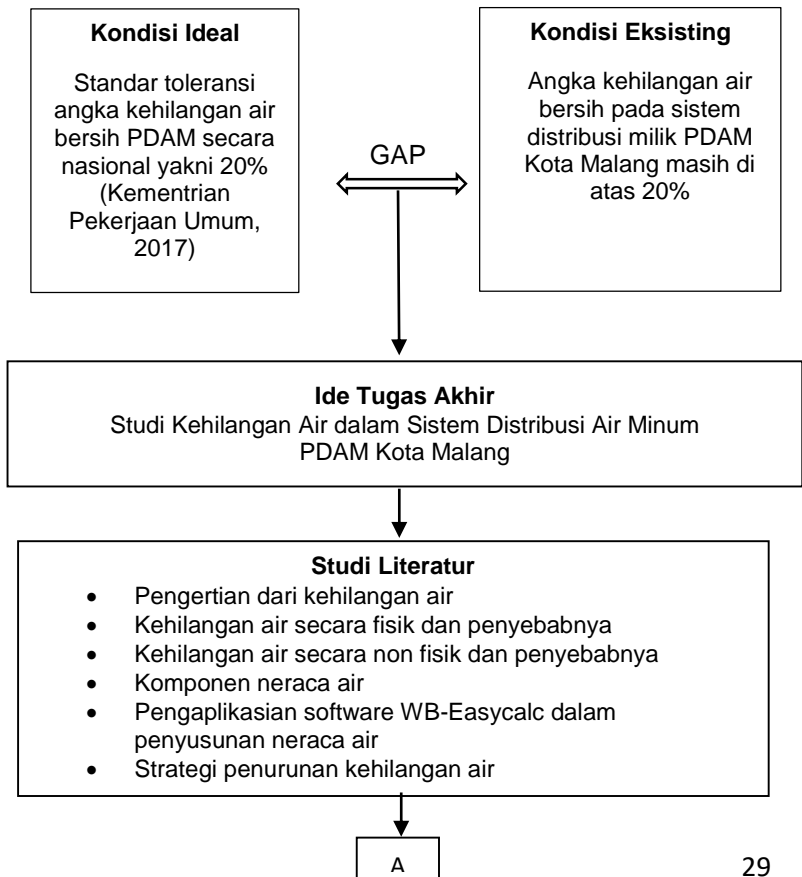
Sumber: PDAM Kota Malang, 2016

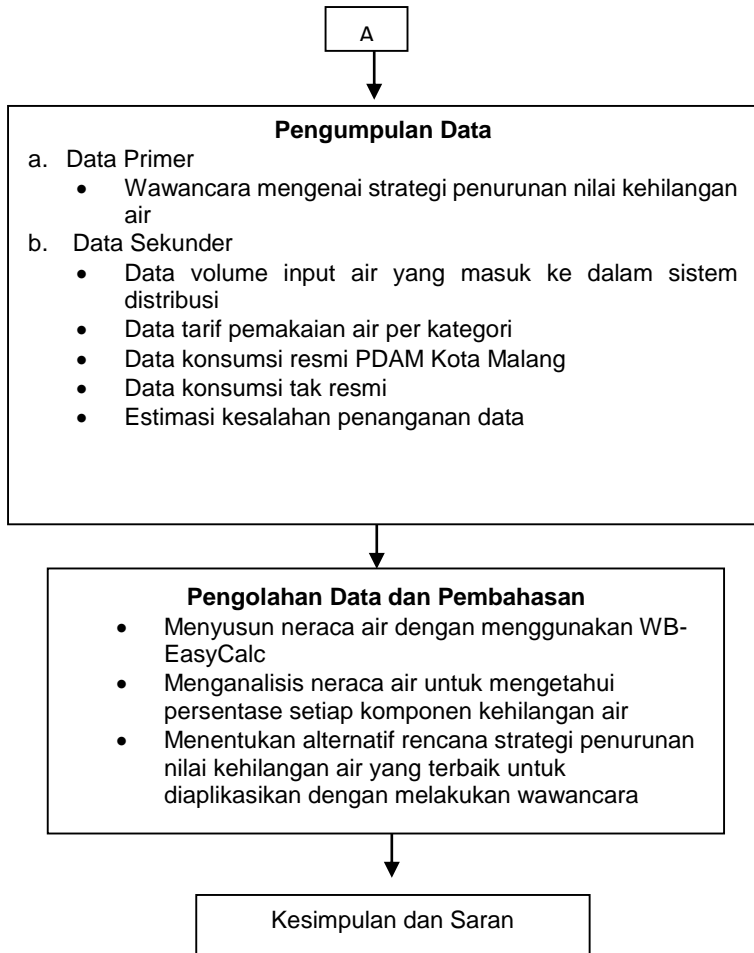
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Pengerjaan Tugas Akhir

Kerangka pengerjaan tugas akhir ini disusun untuk memberikan gambaran tahapan pelaksanaan kegiatan penelitian dan membantu pelaksanaan penelitian menjadi sistematis. Kerangka penelitian disajikan dalam bentuk diagram alir Gambar 3.1.





Gambar 3. 1 Skema Kerangka Penelitian

3.2 Tahapan Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian mengenai penentuan nilai kehilangan air diperlukan tahapan penelitian yang disusun secara sistematis untuk memudahkan pengerjaan. Dari penjelasan kerangka tahapan penelitian pada Gambar 3.1, kemudian dikembangkan ke dalam suatu penjelasan tahapan penelitian yang terdiri dari enam tahapan utama berikut:

a. Ide Penelitian

Ide dari penelitian ini adalah menghitung nilai kehilangan air pada sistem distribusi PDAM Kota Malang

b. Studi Literatur

Studi literatur ini bertujuan untuk mendukung dan meningkatkan pemahaman terhadap ide penelitian. Studi literatur harus sesuai dengan ide penelitian karena pada intinya pelaksanaan ide penelitian membutuhkan dasar teori untuk proses penelitian. Sumber literatur yang digunakan adalah jurnal nasional maupun internasional, peraturan, makalah seminar, *text book*, serta hasil penelitian tugas akhir yang berhubungan dengan penelitian. Adapun teori dasar yang wajib diketahui terkait penelitian ini adalah :

- Pengertian dari kehilangan air
- Kehilangan Air Secara Fisik dan penyebabnya
- Kehilangan Air Secara Non Fisik dan penyebabnya
- Komponen neraca air
- Pengaplikasian software WB-Easycalc dalam penyusunan Neraca Air
- Strategi penurunan kehilangan air

c. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan sebagai dasar dalam penelitian. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder.

I. Data Primer

Data Primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Wawancara mengenai strategi penurunan nilai kehilangan air
Wawancara dilakukan untuk mengetahui strategi penurunan nilai kehilangan air yang terbaik untuk dilakukan oleh PDAM Kota Malang. Selain itu, wawancara juga dilakukan untuk menentukan strategi yang paling tepat untuk menurunkan nilai kehilangan air

II. Data Sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah :

- Data volume input air yang masuk ke dalam sistem distribusi
Data volume input air yang masuk ke dalam sistem distribusi ini merupakan data total volume air yang didistribusikan ke seluruh sistem distribusi air minum PDAM Kota Malang
- Data tarif pemakaian air per kategori
Data tarif pemakaian air per kategori merupakan data mengenai tarif pemakaian air menurut jenis dan kelompok pelanggan PDAM Kota Malang
- Data konsumsi resmi PDAM Kota Malang
Data konsumsi resmi ini merupakan data volume air yang masuk ke dalam sistem distribusi PDAM Kota Malang yang dikonsumsi secara resmi oleh pelanggan PDAM Kota Malang
- Data konsumsi tak resmi
Data konsumsi tak resmi ini merupakan data volume air PDAM Kota Malang yang dikonsumsi oleh konsumen non pelanggan PDAM secara ilegal
- Estimasi kesalahan penanganan data

d. Pengolahan Data dan Pembahasan

Pengolahan data dan pembahasan dilakukan setelah data-data primer dan sekunder didapatkan. Data yang terkumpul kemudian diolah untuk keperluan penentuan nilai kehilangan air di PDAM Kota Malang menggunakan *software* WB-EasyCalc. Pengolahan data yang dilakukan untuk menunjang penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Menyusun neraca air dengan menggunakan WB-EasyCalc

Tahapan pembuatan neraca air dengan menggunakan *software* WB-EasyCalc meliputi:

- Untuk periode bulanan, dilakukan penginputan data sumber air dari laporan bulanan PDAM

Nilai data sumber air merupakan jumlah air yang diambil dari sumber air milik PDAM Kota Malang yang nantinya ditampung pada reservoir dan didistribusikan kepada pelanggan

- Dilakukan input data konsumsi bermeter berekening.

Data input konsumsi bermeter berekening merupakan jumlah konsumsi air dari setiap jenis pelanggan resmi PDAM Kota Malang

- Dilakukan input data konsumsi tak bermeter berekening

Data konsumsi tak bermeter berekening merupakan jumlah konsumsi air dari pelanggan yang memesan langsung pada PDAM dan membayar sesuai tarif

- Dilakukan input data konsumsi bermeter tak berekening.

Data konsumsi bermeter tak berekening merupakan jumlah pemakaian air untuk

- pelanggan PDAM yang dipasang meter tetapi dengan kebijakan PDAM tidak memungut biaya pemakaian air (gratis).
- Dilakukan input data konsumsi tak bermeter tak berekening.
Data konsumsi tak bermeter tak berekening merupakan jumlah penggunaan air yang diketahui volumenya, akan tetapi tidak dipasang meter dan tidak (bisa) ditagih. Sebagai contoh air yang digunakan untuk perbaikan pipa dan asesoris pipa, pembentuka jaringan pipa baru, dan pemakaian lain yang sejenis
 - Dilakukan input data konsumsi tak resmi
Data konsumsi tak resmi ini berupa perkiraan jumlah konsumsi air dari konsumen non pelanggan PDAM yang menggunakan air dari PDAM
 - Dilakukan input data pada bagian informasi keuangan
Data yang diinput merupakan tarif rata-rata harga pemakaian air serta biaya produksi air per m^3
 - Didapatkan hasil penyusunan neraca air dalam m^3 untuk periode m^3 /hari dan $m^3/30$ hari
 - Menentukan rencana strategi penurunan nilai kehilangan air
Dalam menentukan rencana strategi penurunan nilai kehilangan air dilakukan wawancara dengan bagian kehilangan air PDAM Kota Malang setelah mengetahui nilai kehilangan air beserta komponen-komponennya

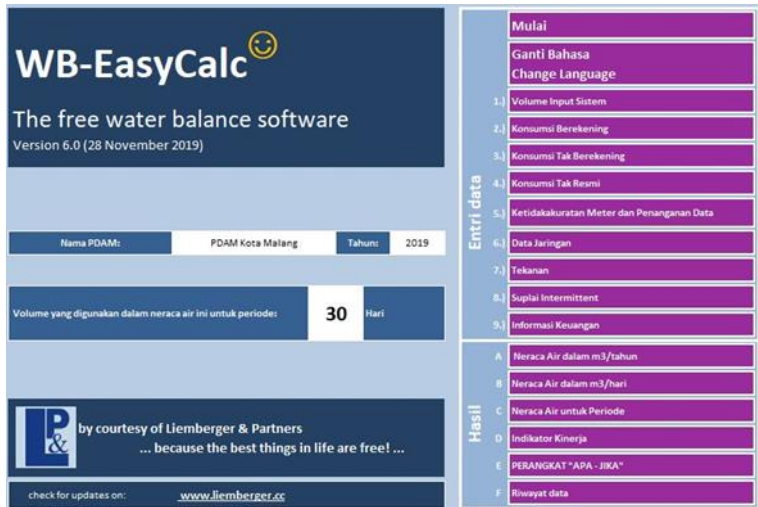
- Kesimpulan dan saran
Kesimpulan dan saran diberikan setelah analisis dan pembahasan hasil penelitian selesai dilakukan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penyusunan Neraca Air Untuk Mengetahui Nilai dan Komponen Kehilangan Air

Pada pembahasan ini penyusunan neraca air dilakukan untuk mengetahui nilai serta komponen-komponen kehilangan air. Penyusunan neraca air ini dilakukan menggunakan software WB-EasyCalc versi 6.0 yang dapat diunduh melalui situs <http://www.liemberger.cc/>.



Gambar 4. 1 Tampilan Awal WB-EasyCalc

WB-EasyCalc yang merupakan *software* berbasis *spreadsheet* ini disusun oleh Liemberger and Partners dan didukung oleh World Bank Institute (WBI). Salah satu kelebihan WB-EasyCalc adalah bahwa *software* ini tidak hanya meminta data fisik namun juga mengkaji keakuratan data tersebut. Penyusunan neraca air yang dilakukan ini digunakan untuk mengetahui nilai kehilangan air pada sistem distribusi PDAM

Kota Malang. Penyusunan neraca air pada penelitian ini dimulai dengan menginput data:

- a. Input volume sistem
- b. Konsumsi bermeter berekening
- c. Konsumsi tak bermeter berekening
- d. Konsumsi bermeter tak berekening
- e. Konsumsi tak bermeter tak berekening
- f. Konsumsi tak resmi
- g. Ketidakakuratan meter dan penanganan data
- h. Informasi keuangan

4.1.1 Input Volume Sistem

Volume input air ke dalam sistem yang dimaksud adalah seluruh jumlah air yang masuk ke dalam sistem distribusi PDAM Kota Malang. Pada WB-Easycalc, data volume input sistem dapat diinput pada *sheet* Sys. Input. Untuk nama-nama sumber air yang menyuplai air pada sistem distribusi diinput pada kolom Sumber Air. Sedangkan data volume total air dengan satuan m^3 yang masuk ke dalam sistem distribusi oleh setiap sumber diinput pada kolom $[m^3]$. Setelah pengisian kolom sumber air dan $[m^3]$, dilakukan pengisian kolom margin error. Kolom margin error diisikan dengan nilai keyakinan dari data volume input sistem tersebut. Nilai keyakinan dapat diisikan dengan perkiraan kesalahan pengukuran volume oleh meter air yang digunakan. Kesalahan pengukuran volume oleh meter air yang diisikan dapat didasari oleh tipe meter air serta umur meter air. Hal tersebut dikarenakan tipe meter air dan umur meter air memiliki keakuratan pembacaan volume air yang berbeda-beda. Contohnya pada pengisian *margin error* sebesar 2%. Pengisian margin error 2% ini diinput karena meter air yang dipasang pada setiap sumber air tersebut merupakan meter air yang kemungkinan terjadinya error pencatatan volume air lebih rendah atau lebih tinggi adalah maksimal 2%. Setelah seluruh data volume input sistem diinput, selanjutnya WB-Easycalc langsung menampilkan hasil pengolahan data volume input sistem total baik dalam nilai minimum, maksimum,

serta estimasi atau perkiraan volume input sistem total. Dari pengolahan data oleh WB-Easycalc, estimasi volume input sistem adalah 4.452.836 m³.

Tabel 4. 1 Input Data Volume Sistem

Volume Input Sistem		
Sumber Air	[m3]	Margin Error [+/- %]
BINANGUN LAMA	229.993	2,0%
BINANGUN BARU	376.454	2,0%
KARANGAN	78.073	2,0%
SUMBERSARI	55.128	2,0%
WENDIT I	939.723	2,0%
WENDIT II	959.459	2,0%
WENDIT III	855.981	2,0%
BANYUNING	67.245	2,0%
BADUT I	40.727	2,0%
BADUT II	49.477	2,0%
SUMBERSARI I	19.449	2,0%
ISTANA DIENG 1	42.511	2,0%
ISTANA DIENG 2	37.126	2,0%
SUPIT URANG 1	26.306	5,0%
SUPIT URANG 2	48.666	5,0%
MULYOREJO	32.719	2,0%
TLOGOMAS 1	55.984	2,0%
TLOGOMAS 2	40.753	2,0%
SUMBER 7	497.062	10,0%
Margin Error [+/-]		1,3%
Volume Input Sistem [m3]		
Minimum	4.392.989	
Maksimum	4.512.683	
Estimasi Terbaik	4.452.836	

Sumber: PDAM Kota Malang, 2019

4.1.2 Konsumsi Bermeter Berekening

Data konsumsi bermeter berekening yang isikan pada WB-Easycalc merupakan jumlah konsumsi air dari seluruh pelanggan resmi PDAM Kota Malang. Pelanggan PDAM Kota Malang memiliki beberapa kelompok dan jenis pelanggan.

Kelompok dan jenis pelanggan tersebut adalah kelompok sosial, rumah tangga, instansi, niaga, industri, dan khusus. Setiap jenis pelanggan tersebut memiliki tarif air yang berbeda per meterkubiknya. Berikut adalah tabel dari jumlah konsumsi bermeter berekening yang digunakan oleh seluruh pelanggan PDAM Kota Malang bulan Juli 2019.

Tabel 4. 2 Input Data Konsumsi Bermeter Berekening

Konsumsi Bermeter Berekening	
Deskripsi	[m3]
Suplai Air Curah (ekspor)	
1 SOSIAL	8.358
1 SOSIAL	28.766
1 SOSIAL	35.907
2 NON NIAGA	713.822
2 NON NIAGA	686.491
2 NON NIAGA	556.571
2 NON NIAGA	28.043
2 NON NIAGA	306.649
3 INSTANSI	31.187
3 INSTANSI	52.313
4 NIAGA	18.417
4 NIAGA	21.713
4 NIAGA	59.737
4 NIAGA	5.867
5 INDUSTRI	1.320
5 INDUSTRI	560
6 KHUSUS	35.318
	[m3] 2.591.039

Sumber: PDAM Kota Malang, 2019

4.1.3 Konsumsi Tak Bermeter Berekening

Data konsumsi tak bermeter berekening merupakan jumlah konsumsi air tambahan dari pelanggan yang memesan langsung pada PDAM dan dibayarkan sesuai tarif. Konsumsi ini merupakan konsumsi air tambahan yang dapat dipesan oleh pelanggan sewaktu-waktu. Air yang digunakan pada konsumsi

konsumsi berupa reduksi ini merupakan pemotongan jumlah tagihan konsumsi air pada fasilitas umum seperti sekolah dan tempat ibadah. Sedangkan untuk kegiatan konsumsi berupa kompensasi merupakan kegiatan konsumsi yang sengaja dilakukan oleh PDAM untuk memberikan fasilitas air kepada Dinas Lingkungan Hidup, lingkungan warga di sekitar sumber air pada lokasi Banyuning dan Lowoksuruh. Berikut adalah pengisian kolom pada WB-Easycalc di bagian bermeter berekening, tak bermeter berekening, dan bermeter tak berekening.

Tabel 4. 4 Input Data Konsumsi Bermeter Tak Berekening

Konsumsi Bermeter Tak Berekening	
Deskripsi	[m3]
Suplai Air Curah (ekspor)	
REDUKSI	47.892
KOMPENSASI BATU (BANYUNING)	194.729
KOMPENSASI KABUPATEN (LOWOKSURUH)	57.318
KOMPENSASI DLH (SUPIT URANG 1)	2.705
Konsumsi Bermeter Tak Berekening	
	[m3] 302.644

Sumber: PDAM Kota Malang, 2019

4.1.5 Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening

Data konsumsi tak bermeter tak berekening merupakan jumlah penggunaan air yang diketahui volumenya, akan tetapi tidak dipasang meter dan tidak bisa ditagih. Berikut adalah pengisian data konsumsi tak bermeter tak berekening beserta deskripsi kegiatannya:

Tabel 4. 5 Input Data Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening

Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening		
Deskripsi	[m3]	Margin Error [+/- %]
SPEY DIST+ SET PRV	64.800	20,0%
PERBAIKAN PIPA	712	20,0%
TAPING	37.248	50,0%
PASANG BARU	4.656	20,0%
GANTI METER	1.651	20,0%
TUTUPAN	12.960	20,0%
PEMBENTUKAN DMA	567	20,0%
SPEY PRODUKSI	324.000	20,0%
PROYEK JARINGAN PIPA	4.321	20,0%
PSNG/PNDH AF/BR/HD	6	20,0%
COP BOCOR	714	20,0%
TERTIB METER	348	20,0%
BK BS	6.480	20,0%
GANTI KRAN	567	25,0%
AIR TANGKI BANTUAN	208	10,0%
Margin Error [+/-]		15,0%
Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening		
[m3]		
Minimum	390.506	
Maksimum	527.970	
Estimasi Terbaik	459.238	

Sumber: PDAM Kota Malang, 2019

✓ **Spey distribusi dan setting PRV.**

Kegiatan spey distribusi merupakan kegiatan konsumsi tak bermeter tak berekening, karena kegiatan spey distribusi menyebabkan air dalam pipa distribusi terbuang keluar pada saat proses pengeluaran udara yang terperangkap serta kegiatan pengurusan pipa berdiameter kisaran 0,5-2 inch. Kegiatan *setting* PRV

juga merupakan kegiatan yang termasuk dalam konsumsi tak bermeter tak berekening. Hal ini dikarenakan pada *setting* dilakukan pekerjaan yang menyebabkan air keluar dari jaringan pipa.

✓ **Perbaikan pipa**

Kegiatan perbaikan pipa juga merupakan konsumsi tak bermeter tak berekening. Perbaikan pipa ini dapat berupa perbaikan pipa yang pecah akibat tekanan dari dalam pipa maupun luar pipa.

✓ **Tapping**

Kegiatan tapping ini juga merupakan kegiatan konsumsi tak bermeter tak berekening. Kegiatan tapping merupakan kegiatan pemasangan pipa tambahan pada saat perbaikan jaringan pipa. Air yang keluar pada saat pemasangan dan penyambungan pipa tambahan inilah yang dapat dihitung sebagai konsumsi tak bermeter tak berekening.

✓ **Buka Kembali (BK) dan Buka Sementara (BS)**

Kegiatan Buka Kembali dan Buka Sementara merupakan kegiatan penyambungan kembali saluran air milik pelanggan yang ditutup tetap atau sementara akibat tidak membayar tagihan ataupun permintaan pelanggan. Kegiatan Buka Kembali ini mengakibatkan adanya konsumsi air secara percuma selama kegiatan instalasi yang terdiri dari pipa dinas, meter air, ball valve, check valve, dan kran.

✓ **Pasang baru**

Kegiatan pasang baru merupakan kegiatan pemasangan sambungan pelanggan baru PDAM Kota Malang. Kegiatan ini menimbulkan konsumsi air tak bermeter tak berekening dari pemasangan sambungan baru pada pipa yang dialiri air PDAM. Hal ini dikarenakan pemasangan sambungan baru melakukan instalasi jaringan pipa sampai dengan meter air yang terpasang di persil pelanggan.

✓ **Ganti meter**

Ganti meter merupakan pergantian meter air milik pelanggan dengan meter air yang baru. Kegiatan ini

menimbulkan konsumsi air tak bermeter tak berekening karena adanya pembongkaran instalasi meter air. Sehingga air yang masih mengalir menuju sambungan pelanggan menjadi terbuang percuma.

✓ **Ganti kran**

Ganti kran merupakan pergantian Stop Kran/*Ball Valve* baru milik pelanggan PDAM. Kegiatan ini menimbulkan konsumsi air tak bermeter tak berekening karena adanya pembongkaran instalasi kran air yang masih terdapat aliran air menuju sambungan pelanggan.

✓ **Tutupan**

Tutupan merupakan kegiatan penutupan sambungan pipa pelanggan yang menunggak pembayaran tagihan air atau atas permintaan pelanggan. Kegiatan ini menimbulkan konsumsi air tak bermeter tak berekening karena membuka pipa sambungan rumah yang dipasang meter air yang masih terdapat aliran air di dalamnya.

✓ **Air tangki bantuan**

Air tangki bantuan merupakan kegiatan pengiriman air PDAM pada pelanggan secara gratis bagi yang membutuhkan pada saat aliran air dimatikan karena proses perbaikan atau perawatan jaringan pipa.

✓ **Pembentukan DMA**

Pembentukan DMA dapat dikatakan termasuk kegiatan konsumsi air tak bermeter tak berekening. Hal ini dikarenakan pada saat pembuatan batas-batas DMA serta pemasangan kelengkapan DMA seperti *stand meter*, *PRV*, *strainer*, dan *gate valve resillent* juga melibatkan pembukaan jaringan pipa yang menyebabkan air PDAM keluar dan terbuang.

✓ **Sprey produksi**

Kegiatan sprey produksi merupakan kegiatan pengurasan serta pengeluaran udara dalam jaringan pipa yang rata-rata memiliki ukuran diameter sebesar 300 mm atau lebih. Maka dari itu nilai konsumsi dari kegiatan sprey produksi ini bernilai hingga 324.000 m³

karena diperkirakan air yang terpakai selama proses pengurusan jaringan pipa berjumlah sangat banyak.

✓ **Proyek jaringan pipa**

Kegiatan proyek jaringan pipa ini dapat berupa penyambungan atau pergantian pipa baru serta pengurusan jaringan pipa.

✓ **Pasang/pindah AF/BR/HD**

Kegiatan yang dimaksud dari pasang/pindah AF/BR/HD merupakan kegiatan pemasangan atau pemindahan instalasi Air Valve, Brant Cran, dan Hidran. Kegiatan ini merupakan kegiatan yang memiliki jumlah konsumsi tak bermeter tak berekening paling sedikit. Hal ini dikarenakan PDAM Kota Malang sudah jarang melakukan pemasangan ataupun pemindahan Air Valve, Brant Cran, dan Hidran baru.

✓ **Tertib meter**

Kegiatan tertib meter ini merupakan pemindahan posisi meter air. Pada saat pemindahan posisi meter air ini yang menyebabkan pipa sambungan milik PDAM yang terhubung pada rumah pelanggan dibuka untuk sementara sehingga air yang masih berada dalam pipa terbuang keluar.

Penentuan margin error

Penentuan margin error 10% pada air tangki didapatkan dari nilai keyakinan 90% pada saat pencatatan data volume konsumsi. Hal ini dikarenakan konsumsi air tangki bantuan dapat diukur volume konsumsinya dan perkiraan kesalahan pengukuran volumenya tidak sebesar kesalahan pengukuran konsumsi air pada perbaikan pipa. Sedangkan margin error 20-25% ditentukan untuk konsumsi air pada kegiatan perbaikan dan perawatan jaringan pipa. Hal ini dikarenakan adanya kemungkinan konsumsi air yang melebihi perkiraan perhitungan konsumsi air pada saat kegiatan berlangsung. Untuk margin error 50% diberikan pada kegiatan konsumsi seperti tapping maupun kegiatan yang jumlah konsumsi airnya

tidak dapat diperkirakan selama kegiatan berlangsung. Kegiatan tapping ini diberikan nilai margin error 50% karena jumlah konsumsi air yang terbuang percuma dapat bergantung pada lama pemasangan pipa tambahan dan pemasangan aksesoris pipa tambahan seperti tee maupun valve.

4.1.6 Konsumsi Tak Resmi

Data konsumsi tak resmi ini berupa perkiraan jumlah konsumen non pelanggan PDAM yang menggunakan air dari PDAM. Pada pengisian data konsumsi tak resmi dilakukan pengisian estimasi jumlah sambungan resmi yang berasal dari rumah tangga dan selain rumah tangga, jumlah orang per rumah tangga, konsumsi dengan satuan liter/orang/hari, margin error, dan tempering meter, bypass, dan lain-lain pada sambungan resmi. Penentuan jumlah sambungan tak resmi ini dilakukan dengan asumsi sebanyak 1.671 sambungan rumah tangga. Nilai 1.671 didapatkan dari perkiraan 1% pelanggan resmi PDAM Kota Malang yang berjumlah 167.144. Setelah dilakukan penentuan jumlah sambungan konsumsi tak resmi dari rumah tangga, selanjutnya diisikan asumsi jumlah orang per rumah tangga serta jumlah pemakaian air per orang per hari. Asumsi jumlah orang per rumah diisi 5 orang, sedangkan pemakaian air perorang perhari diasumsikan 250 liter. Nilai margin error yang ditentukan adalah 35% hal ini dikarenakan adanya kemungkinan kesalahan dalam pentuan jumlah temuan sambungan liar selama dilakukan survei.

Untuk asumsi jumlah sambungan tak resmi lain selain rumah tangga adalah 836. Sambungan tak resmi selain rumah tangga dapat berupa sambungan dari usaha rumahan, pertokoan, maupun industri yang menggunakan air PDAM Kota Malang secara ilegal. Selanjutnya diisikan asumsi volume konsumsi sambungan selain rumah tangga yaitu 1.250 L/sambungan/hari. Pada perkiraan sambungan tak resmi non rumah tangga, nilai margin error yang ditentukan juga 35% hal ini dikarenakan adanya kemungkinan kesalahan dalam

pentuan jumlah temuan sambungan liar selama dilakukan survei.

Untuk nilai tempering meter, bypass pada pelanggan resmi tidak diisikan karena tidak ditemui selama kegiatan survei. Akan tetapi asumsi volume konsumsi sambungan diperkirakan sama dengan 1.250 L/sambungan/hari serta nilai margin error yang ditentukan juga sejumlah 35%.

Selanjutnya diisikan konsumsi tak resmi lainnya berupa konsumsi air melalui hidran pemadam kebakaran. Konsumsi ilegal melalui pemakaian hidran pemadam kebakaran ini biasanya digunakan untuk diperjualbelikan kembali atau digunakan sebagai pasokan air untuk konsumen non rumah tangga. Konsumsi tak resmi dari pemakaian hidran pemadam kebakaran yang jumlah konsumsinya berkisar 40 m³/hari. Sedangkan untuk nilai margin error yang ditentukan juga sejumlah 35%.

Setelah seluruh data konsumsi tak resmi sistem, selanjutnya WB-Easycalc langsung menampilkan hasil pengolahan data volume dari konsumsi tak resmi total baik dalam nilai minimum, maksimum, serta estimasi. Dari pengolahan data oleh WB-Easycalc, estimasi volume dari konsumsi tak resmi total adalah 95.213 m³.

Tabel 4. 6 Input Data Konsumsi Tak Resmi

Konsumsi Tak Resmi					
Deskripsi	Estimasi Jumlah	Margin Error (+/- %)	Jumlah orang per Rumah Tangga	Konsumsi [liter/orang/hari]	Total [m3]
Sambungan tak resmi- rumah tangga	1.671	35%	5,0	250	62.663
Sambungan tak resmi - lainnya	836	35%		Konsumsi [liter/sambungan/hari] 1.250	31.350
Tampering meter, bypass, dll pada pelanggan resmi	-	35%		Konsumsi [liter/pelanggan/hari] 1.250	-
Hidran Pemadam Kebakaran		35%		Konsumsi [m3/hari] 40	1.200
					-
					-
					-
					-
Margin Error (+/-)		25,8%			
Konsumsi Tak Resmi [m3]					70.685
Minimum					119.740
Maksimum					95.213
Estimasi Terbaik					

Sumber: PDAM Kota Malang, 2019

4.1.7 Ketidakakuratan Meter Dan Penanganan Data

Pengisian kolom ketidakakuratan meter dan penanganan data dimulai dengan mengisi kolom kosong pertama paling kiri dengan angka 1 atau 2. Untuk penyusunan neraca air ini, kolom tersebut diisi angka 1. Hal ini dikarenakan pencatatan hasil pembacaan meter air pelanggan sudah dilakukan secara otomatis oleh sistem komputer. Selain itu rata-rata meter air yang digunakan oleh pelanggan PDAM Kota Malang adalah meter air dengan alat elektronik kelas C. Meter air kelas C yang digunakan ini memiliki kelebihan seperti nilai akurasi yang lebih tinggi yang berkisar pada nilai 1% pada pembacaannya serta tidak mudah dikenai hal-hal ilegal seperti tempering, bypass, dll.

Selanjutnya diisi data persentase pencatatan meter lebih rendah dari setiap konsumsi air yang dibaca oleh meter air milik PDAM Kota Malang. Nilai asumsi yang diisi adalah sebesar 4%, nilai ini merupakan rentang kesalahan maksimum pada pembacaan meter air dalam kondisi kerja operasinya. Meskipun nilai asumsi pencatatan meter lebih rendah diisi sebesar 4%, akan tetapi margin yang diisi adalah 25%. Pengisian nilai margin tersebut didasarkan kelengkapan data hasil survey kesalahan pembacaan data. Sehingga nilai margin errornya ditetapkan 25%. Semakin lengkap data yang diinput maka semakin kecil penentuan margin errornya.

Setelah diisi nilai pencatatan meter lebih rendah dan margin error, dilakukan pengisian nilai kecurangan bacaan meter dan kesalahan penanganan data (kantor). Nilai kecurangan bacaan meter ini diasumsikan sebanyak 1% dari total pembacaan jumlah volume oleh meter air. Nilai 1% dapat disebabkan oleh pembacaan ulang beberapa meter air oleh petugas survey, yang mana pada saat pembacaan meter terjadi kesalahan. Sedangkan kesalahan penanganan data diasumsikan berjumlah sama dengan jumlah kecurangan bacaan meter. Kesalahan penanganan data yang dimaksud berupa kesalahan input data dari petugas survey bagian pembaca meter.

Tabel 4. 7 Input Data Ketidakakuratan Meter

Ketidakakuratan Meter dan Penanganan Data					
Deskripsi	Total [m ³]	Pencatatan Meter Lebih Rendah (meter under-registration)	Total [m ³]	Margin Error [+/- %]	
<p>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</p>					
1	Konsumsi Bermeter Berkecukupan (tanpa Suplai Air Curah)	2.591.039	4,0%	107.960	25%
2	Konsumsi Bermeter Berkecukupan (tanpa Suplai Air Curah)	Total [m ³]	Pencatatan Meter Lebih Rendah (meter under-registration)		
	Konsumsi Bermeter Berkecukupan	2.591.039	4,0%	-	25%
	Suplai Air Curah Bermeter (ekspor)	-	4%	-	25%
	Konsumsi Bermeter Tak Berkecukupan (tanpa Suplai Air Curah)	302.644	4%	12.610	25%

Sumber: PDAM Kota Malang, 2019

Tabel 4. 8 Input Data Kesalahan Penanganan Data

Kecurangan Bacaan Meter	2.591.183	Estimasi % dari pembacaan lebih rendah	26.174	25%
Kesalahan Penanganan Data (kantor)			26.174	25%
Marginal Error [+/-]				16,6%
Ketidakkuratan Meter dan Penanganan Data				
Minimum			144.211	
Maksimum			201.623	
Estimasi Terbaik			172.917	

Sumber: PDAM Kota Malang, 2019

Dari pengolahan data oleh WB-Easycalc, estimasi volume kehilangan air akibat ketidakakuratan meter dan penanganan data adalah 172.917 m³.

4.1.8 Informasi Keuangan

Data yang diinput merupakan tarif rata-rata harga pemakaian air serta biaya produksi air per m³. Pengisian data tarif dan biaya produksi akan dihitung secara otomatis oleh WB-easycalc sehingga diketahui nilai kerugian dalam satuan rupiah dari jumlah kehilangan air dan air tak berekening dalam satu tahun. Untuk perhitungan nilai kerugian dalam rupiah yang diproses oleh WB-Easycalc adalah:

- ✓ Jumlah konsumsi bermeter tak berekening dalam setahun dikalikan dengan harga tarif rata-rata
- ✓ Jumlah konsumsi tek bermeter tak berekening dalam setahun dikalikan dengan harga tarif rata-rata
- ✓ Jumlah kehilangan air non fisik dalam setahun dikalikan dengan harga tarif rata-rata
- ✓ Jumlah kehilangan air akibat ketidak akuratan meter dan penanganan data dalam setahun dikalikan dengan harga tarif rata-rata
- ✓ Jumlah kehilangan air akibat konsumsi tak resmi dalam setahun dikalikan dengan harga tarif rata-rata
- ✓ Jumlah kehilangan air fisik dalam setahun dikalikan dengan biaya produksi dan distribusi.

Untuk mengetahui jumlah kerugian akibat kehilangan air dalam satu tahun, dapat dilihat neraca air tahunan yang diproses oleh WB-Easycalc secara otomatis pada Tabel 4.13.

Tabel 4. 9 Data Informasi Keuangan

Informasi Keuangan		
	per m3	Mata Uang
Tarif Rata-rata	4.035,71	Rupiah
Biaya Produksi dan Distribusi	1.618,13	Rupiah
Komponen Air Tak Berekening	Nilai Tahunan	
Konsumsi Bermeter Tak Berekening	14.860.169.034	Rupiah
Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening	22.549.108.566	Rupiah
Kehilangan Air Non-Fisik	13.165.476.428	Rupiah
Ketidakakuratan Meter dan Penanganan Data Konsumsi Tak Resmi	8.490.434.294 4.675.042.134	Rupiah Rupiah
Kehilangan Air Fisik	16.372.725.966	Rupiah

Sumber: PDAM Kota Malang, 2019

Neraca Air dalam m³/tahun			
Volume Input Sistem 54.176.171 m ³ /tahun Margin Error [+/-] 1,3%	Konsumsi Resmi 40.795.625 m ³ /tahun Margin Error [+/-] 2,0%	Konsumsi Resmi Berekening 31.526.060 m ³ /tahun	Air Berekening 31.526.060 m ³ /tahun
	Konsumsi Resmi Tak Berekening 9.269.565 m ³ /tahun Margin Error [+/-] 9,0%	Konsumsi Bermeter Berekening 31.524.308 m ³ /tahun Konsumsi Tak Bermeter Berekening 1.752 m ³ /tahun	
Volume Input Sistem 54.176.171 m ³ /tahun Margin Error [+/-] 1,3%	Konsumsi Resmi Tak Berekening 9.269.565 m ³ /tahun Margin Error [+/-] 9,0%	Konsumsi Bermeter Tak Berekening 3.682.170 m ³ /tahun	Air Tak Berekening 22.650.412 m ³ /tahun Margin Error [+/-] 3,2%
	Kehilangan Air Non-Fisik 3.262.245 m ³ /tahun Margin Error [+/-] 14,1%	Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening 5.587.396 m ³ /tahun Margin Error [+/-] 15,0%	
	Kehilangan Air 13.380.546 m ³ /tahun Margin Error [+/-] 8,3%	Konsumsi Tak Resmi 1.158.419 m ³ /tahun Margin Error [+/-] 25,8%	
	Kehilangan Air Fisik 10.118.301 m ³ /tahun Margin Error [+/-] 11,9%	Ketidakakuratan Meter dan Penanganan Data 2.103.827 m ³ /tahun Margin Error [+/-] 16,6%	

Gambar 4. 2 Neraca Air 1 Tahun Oleh WB-Easycalc

Meskipun pada WB-Easycalc dapat diperkirakan analisis biaya kehilangan air tahunan, akan tetapi analisis tersebut sebaiknya dilakukan dengan data kehilangan air yang sebenarnya baik dalam satu tahun maupun 6 bulan. Pada Tabel 4.14 adalah jumlah volume total dari setiap komponen air tak berekening (termasuk biaya dari kehilangan air) dengan data yang sebenarnya dari bulan Januari hingga Juni tahun 2019. Sedangkan pada tabel 4.15 merupakan perbandingan perkiraan informasi keuangan yang dihitung secara otomatis oleh WB-Easycalc dengan perkiraan informasi keuangan yang dihitung berdasarkan data air tak berekening dan kehilangan air yang sebenarnya selama 6 bulan.

Tabel 4. 10 Detail Volume Setiap Komponen NRW Sebenarnya

Komponen NRW termasuk Kehilangan Air	Volume Dalam Setiap Bulan (m ³)					Total Volume (m ³)	
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei		Jun
Konsumsi Bermeter Tak Berekening	308.162	277.185	151.525	335.595	360.426	426.553	1.859.446
Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening	324.825	407.124	151.525	474.705	268.273	298.922	1.925.374
Kehilangan Air Non-Fisik	277.380	277.001	292.590	244.398	249.570	252.273	1.593.212
Ketidakkuratan Meter dan Penanganan Data	184.938	184.027	199.270	150.908	155.880	158.507	1.033.530
Konsumsi Tak Resmi	92.442	92.974	93.319	93.490	93.690	93.767	559.682
Kehilangan Air Fisik	571.952	673.108	530.185	660.646	607.474	658.273	3.701.638

Sumber: PDAM Kota Malang, 2019

Tabel 4. 11 Perbandingan Biaya Komponen NRW

Komponen NRW termasuk Kehilangan Air	WB-EasyCalc		Data Sebenarnya	
	Total Volume (m ³)	Biaya Selama 6 Bulan	Total Volume (m ³)	Biaya Selama 6 Bulan
Konsumsi Bermeter Tak Ber rekening	1.841.085	Rp7.430.084.517	1.859.446	Rp 7.504.184.137
Konsumsi Tak Bermeter Tak Ber rekening	2.793.698	Rp11.274.554.283	1.925.374	Rp 7.770.250.411
Kehilangan Air Non-Fisik	1.631.123	Rp6.582.738.214	1.593.212	Rp 6.429.742.458
Ketidakakuratan Meter dan Penanganan Data	1.051.914	Rp4.245.217.147	1.033.530	Rp 4.171.027.667
Konsumsi Tak Resmi	579.210	Rp2.337.521.067	559.682	Rp 2.258.714.762
Kehilangan Air Fisik	5.059.151	Rp8.186.362.983	3.701.638	Rp 5.989.731.266

Sumber: Hasil Perhitungan

4.1.9 Neraca Air PDAM Kota Malang

Neraca air adalah sebuah cara atau metode perhitungan kehilangan air yang memudahkan dalam menganalisis kehilangan air (Sya'bani, 2016). Pada umumnya, penyusunan neraca air dapat dilakukan dengan menggunakan *software* seperti Microsoft Excel atau WB-Easycalc. Pada Gambar 4.3 adalah hasil dari penyusunan neraca air PDAM Kota Malang menggunakan Microsoft Excel.

Input 4.452.836 m ³ 100%	Konsumsi Resmi 3.353.065 m ³ 75,3%	Konsumsi Resmi Berekening 2.591.183 m ³ 58,2%	Konsumsi Bermeter Berekening 2.591.039 m ³ 58,19%	Air Berekening 2.591.183 m ³ 58,2%	
			Konsumsi Tak Bermeter Berekening 144 m ³ 0,01%		
	Kehilangan Air 1.099.771 m ³ 24,7%	Konsumsi Resmi Tak Berekening 761.882 m ³ 17,1%	Kehilangan Non Fisik 262.781 m ³ 5,9%	Konsumsi Bermeter Tak Berekening 302.644 m ³ 6,8%	Air tak Berekening 1.861.653 m ³ 41,8%
				Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening 459.238 m ³ 10,3%	
			Konsumsi Ilegal 95.213 m ³ 2,1%		
			Kesalahan Data 167.568 m ³ 3,8%		
	Kehilangan Fisik 836.990 m ³ 18,8%				

Gambar 4. 3 Hasil Penyusunan Neraca Air Bulan Juli 2019 Menggunakan Microsoft Excel

Sedangkan pada Gambar 4.4 berikut merupakan hasil dari penyusunan neraca air PDAM Kota Malang menggunakan WB-Easycalc.

Neraca Air dalam m3 untuk periode 30 Hari

Volume Input Sistem 4.452.836 m3 Margin Error [+/-] 1,3% 100%	Konsumsi Resmi 3.353.065 m3 Margin Error [+/-] 2,0% 75,3%	Konsumsi Resmi Berekening 2.591.183 m3 58,2%	Konsumsi Bermeter Berekening 2.591.039 m3 58,19%	Air Berekening 2.591.183 m3 58,2%	
		Konsumsi Resmi Tak Berekening 761.882 m3 Margin Error [+/-] 9,0% 17,1%	Konsumsi Bermeter Tak Berekening 302.644 m3 6,8%	Konsumsi Tak Bermeter Berekening 144 m3 0,01%	Air Tak Berekening 1.861.653 m3 Margin Error [+/-] 3,2% 41,8%
	Kehilangan Air 1.099.771 m3 Margin Error [+/-] 8,3% 24,7%	Kehilangan Air Non-Fisik 268.130 m3 Margin Error [+/-] 14,1% 6,0%	Konsumsi Tak Resmi 95.213 m3 Margin Error [+/-] 25,8% 2,1%	Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening 459.238 m3 Margin Error [+/-] 15,0% 10,3%	
		Kehilangan Air Fisik 831.641 m3 Margin Error [+/-] 11,9% 18,7%	Ketidakakuratan Meter dan Penanganan Data 172.917 m3 Margin Error [+/-] 16,6% 3,9%		

Gambar 4. 4 Hasil Penyusunan Neraca Air Bulan Juli 2019 Menggunakan WB-Easycalc

Dari kedua neraca air tersebut, diketahui bahwa terdapat perbedaan seperti hasil perhitungan jumlah kehilangan air non-fisik dan kehilangan air fisik serta ada tidaknya nilai margin error dari setiap komponennya. Yang mana hasil penyusunan neraca air menggunakan WB-Easycalc ditunjukkan nilai margin error. Hal inilah yang menjadi kelebihan *software* WB-Easycalc dalam penyusunan neraca air. Yang mana *software* WB-Easycalc dapat mengkaji keakuratan data yang diinput dan dihasilkan pada perhitungan neraca air.

4.2 Komponen Neraca Air PDAM Kota Malang

Komponen neraca air (*water balance*) PDAM Kota Malang bulan Juli 2019 yang merupakan hasil dari pengolahan data oleh WB-Easycalc pada Gambar 4.3 dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Volume input air ke dalam sistem adalah input volume bulanan ke dalam sistem distribusi air PDAM Kota Malang. Volume input system pada bulan Juli 2019 adalah sebesar 4.452.836 m³/bulan.
2. Konsumsi resmi adalah volume konsumsi air bermeter dan tidak bermeter yang dikonsumsi oleh pelanggan yang terdaftar, pemasok air, serta kegiatan pelayan publik yang dilakukan oleh PDAM Kota Malang. Konsumsi resmi bulan Juli 2019 untuk PDAM Kota Malang adalah sebesar 3.353.065 m³/bulan.
3. Kehilangan air adalah volume input sistem dikurangi dengan konsumsi resmi. Kehilangan air terdiri dari kehilangan air fisik dan kehilangan air non fisik. Kehilangan air pada bulan Juli 2019 untuk PDAM Kota Malang adalah $4.452.836 - 3.353.065 = 1.099.771$ m³/bulan.
4. Konsumsi resmi berekening adalah volume konsumsi air bulanan yang bermeter dan tidak bermeter yang digunakan oleh pelanggan yang terdaftar (resmi) dan jumlah konsumsinya dibayar oleh pelanggan. Konsumsi resmi berekening pada bulan Juli 2019 oleh

PDAM Kota Malang adalah sebesar 2.591.183 m³/bulan.

5. Konsumsi resmi tak berekening adalah konsumsi resmi dikurangi dengan konsumsi resmi berekening. Sehingga perhitungan konsumsi resmi tak berekening pada bulan Juli 2019 oleh PDAM Kota Malang adalah $3.353.065 - 2.591.183 = 761.882$ m³/bulan.
6. Konsumsi bermeter berekening adalah data jumlah konsumsi air dari setiap jenis pelanggan resmi PDAM Kota Malang pada bulan Juli 2019. Konsumsi ini bernilai 2.591.039 m³/bulan.
7. Konsumsi tak bermeter berekening adalah konsumsi resmi berekening dikurangi dengan konsumsi bermeter berekening. Sehingga perhitungan untuk konsumsi tak bermeter berekening pada bulan Juli 2019 untuk PDAM Kota Malang adalah $2.591.183 - 2.591.039 = 144$ m³/bulan.
8. Air berekening adalah konsumsi bermeter berekening ditambah dengan konsumsi tak bermeter berekening. Sehingga perhitungan untuk air berekening pada bulan Juli 2019 untuk PDAM Kota Malang adalah $2.591.183 + 144 = 2.591.183$ m³/bulan.
9. Air tak berekening adalah volume input sistem dikurangi dengan air berekening. Sehingga perhitungan untuk air berekening pada bulan Juli 2019 untuk PDAM Kota Malang adalah $4.452.836 - 2.591.183 = 1.861.653$ m³/bulan.
10. Konsumsi bermeter tak berekening adalah pemakaian air untuk pelanggan yang dipasang meter tetapi kebijakan PDAM tidak memungut biaya pemakaian air atau gratis. Dalam PDAM Kota Malang konsumsi bermeter tak berekening berjumlah 302.644 m³/bulan.
11. Konsumsi tak bermeter tak berekening merupakan segala konsumsi yang resmi yang tidak ditagih dan tidak bisa diukur secara langsung jumlah spesifiknya. Komponen ini umumnya digunakan untuk operasional PDAM seperti perbaikan dan perawatan jaringan pipa

distribusi dan transmisi. Perhitungan konsumsi tak bermeter tak berekening adalah konsumsi resmi tak berekening dikurangi dengan konsumsi bermeter tak berekening adalah $761.882 - 302.644 = 459.238$ m³/bulan.

12. Konsumsi tak resmi adalah penggunaan atau pemakaian air yang tidak resmi atau tidak diketahui keberadaannya. Konsumsi tak resmi dikenal dengan sambungan liar atau pencurian air, bypass pada meter, penggunaan hidran tak resmi, dan lain sebagainya. Konsumsi tak resmi pada bulan Juli 2019 untuk PDAM Kota Malang adalah sebesar 95.213 m³/bulan.
13. Ketidakakuratan meter dan penanganan data adalah kehilangan air non fisik (komersial) akibat ketidakakuratan meter pelanggan dan kesalahan-kesalahan dalam pembacaan meter. Ketidakakuratan meter dan penanganan data pada bulan Juli 2019 untuk PDAM Kota Malang adalah sebesar 172.917 m³/bulan.
14. Kehilangan air non fisik (*commercial losses*) adalah konsumsi tak resmi ditambah dengan ketidakakuratan meter dan penanganan data. Sehingga perhitungan kehilangan air non fisik pada bulan Juli 2019 untuk PDAM Kota Malang adalah $95.213 + 172.917 = 268.130$ m³/bulan
15. Kehilangan air fisik (*physical losses*) adalah volume kehilangan air melalui semua jenis kebocoran, luapan pada pipa dan reservoir pelayanan yang tidak diketahui dan dihitung secara langsung. Perhitungan kehilangan air fisik adalah kehilangan air dikurangi dengan kehilangan air non fisik. Sehingga perhitungan kehilangan air fisik pada bulan Juli 2019 untuk PDAM Kota Malang adalah $1.099.771 - 268.130 = 831.641$ m³/bulan.

Berikut adalah detail perhitungan komponen kehilangan air untuk mengetahui masing-masing persentasenya:

- **Kehilangan air fisik**

$$\begin{aligned} \text{Volume Input} &= 4.452.836 \text{ m}^3 \\ \text{Volume kehilangan air fisik} &= 831.641 \text{ m}^3 \\ &= \frac{831.641 \text{ m}^3}{4.452.836 \text{ m}^3} \times 100\% \\ &= 18,7\% \end{aligned}$$

- **Kehilangan air non-fisik akibat konsumsi tak resmi**

$$\begin{aligned} \text{Volume Input} &= 4.452.836 \text{ m}^3 \\ \text{Volume konsumsi tak resmi} &= 95.213 \text{ m}^3 \\ &= \frac{95.213 \text{ m}^3}{4.452.836 \text{ m}^3} \times 100\% \\ &= 2,1\% \end{aligned}$$

- **Kehilangan air non-fisik akibat ketidakakuratan meter**

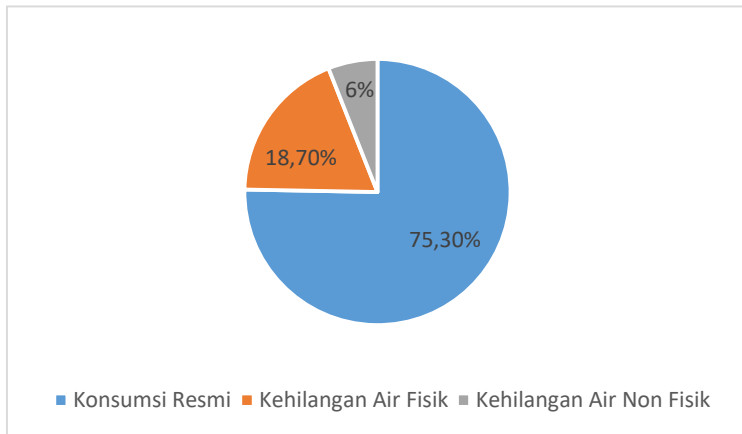
$$\begin{aligned} \text{Volume Input} &= 4.452.836 \text{ m}^3 \\ \text{Volume kehilangan air non-fisik} &= 172.917 \text{ m}^3 \\ \text{akibat ketidakakuratan meter} & \\ &= \frac{172.917 \text{ m}^3}{4.452.836 \text{ m}^3} \times 100\% \\ &= 3,9\% \end{aligned}$$

- **Kehilangan air non-fisik total**

$$\begin{aligned} \text{Volume Input} &= 4.452.836 \text{ m}^3 \\ \text{Volume kehilangan air non-fisik} &= 268.130 \text{ m}^3 \\ &= \frac{268.130 \text{ m}^3}{4.452.836 \text{ m}^3} \times 100\% \\ &= 6,0\% \end{aligned}$$

- **Kehilangan air total**

Volume kehilangan air fisik	=	831.641 m ³
Volume kehilangan air non-fisik	=	268.130 m ³
Volume kehilangan air total	=	1.099.771 m ³
	=	$\frac{1.099.771 \text{ m}^3}{4.452.836 \text{ m}^3} \times 100\%$
	=	24,7%



Gambar 4. 5 Grafik Persentase Konsumsi Resmi dan Kehilangan Air

Berdasarkan perhitungan neraca air PDAM Kota Malang Bulan Juli 2019 dan grafik di atas, persentase kehilangan air bernilai 24,7%. Nilai tersebut didapatkan dari nilai kehilangan air fisik sebesar 18,7% dan nilai kehilangan air non fisik sebesar 6,0%. Dari hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa PDAM Kota Malang sudah cukup baik dalam melakukan penurunan nilai kehilangan air. Meskipun begitu PDAM Kota Malang perlu memaksimalkan kinerja penurunan kehilangan air agar nilai

kehilangan air dapat diturunkan hingga kurang dari atau sama dengan 20%.

4.3 Strategi Penurunan Kehilangan Air

Setelah menyusun neraca air dan menganalisis komponen kehilangan air, kemudian dilakukan penentuan strategi penurunan kehilangan air fisik dan non-fisik. Penentuan strategi dilakukan dengan merangkum strategi penurunan kehilangan air yang ada pada literatur terlebih dahulu kemudian menentukan strategi mana saja yang terbaik untuk diterapkan oleh PDAM Kota Malang. Berikut ini adalah beberapa strategi penurunan kehilangan air non-fisik dan fisik dari literatur *The Manager's Non-Revenue Water Handbook* oleh Farley pada tahun 2008.

Tabel 4. 12 Strategi Penurunan Kehilangan Air

No.	Kehilangan Air	Strategi Penurunan Kehilangan Air
1.	Kehilangan air non-fisik	<ul style="list-style-type: none"> a. Memantau layanan air yang tidak teratur b. Merawat dan mengganti meter dengan tepat c. Menangani perusakan (tampering) meter d. Menemukan dan mengurangi sambungan ilegal e. Menangani bypass pada meter f. Mencegah penggunaan hidran pemadam kebakaran secara ilegal g. Melakukan pemeriksaan ditempat secara teratur dan mengamati anomali atau ketidakwajaran pada hasil pencatatan meter atau perekensingan h. Melakukan pengadaan alat-alat pembaca meter elektronik, yang mengurangi kesalahan penanganan data sampai minimum
2	Kehilangan air fisik	<ul style="list-style-type: none"> a. Memaksimalkan sistem-sistem kendali pengawasan dan perolehan data

No.	Kehilangan Air	Strategi Penurunan Kehilangan Air
		<i>(supervisory control and data acquisition /SCADA)</i>
		b. Melokalisasi, menentukan dan menemukan lokasi kebocoran (step test)
		c. Memasang katup pengurang tekanan otomatis (<i>pressure reducing valve</i>) atau PRV
		d. Melakukan percepatan dan peningkatan kualitas perbaikan
		e. Melakukan manajemen aset dengan melakukan penggantian aksesoris-aksesoris pipa yang mengalami kerusakan

Sumber: Farley, 2008

Setelah merangkum strategi penurunan kehilangan air dari literatur, kemudian dilakukan wawancara dengan bagian Kehilangan Air PDAM Kota Malang untuk mengetahui strategi mana saja yang terbaik untuk diterapkan. Berdasarkan analisis komponen nilai kehilangan air serta hasil wawancara dengan bagian Kehilangan Air PDAM Kota Malang, penurunan nilai kehilangan air fisik dan non-fisik yang terbaik untuk diterapkan adalah sebagai berikut:

Strategi Untuk Menurunkan Kehilangan Air Non-Fisik

- **Melakukan perawatan dan pergantian meter air yang tepat**

Pergantian meter air minum harus dilakukan secara sistematis, yang mana harus terdapat program pemeliharaan dan penggantian terjadwal untuk mengelola masalah ini. Keakuratan meter mekanik dapat berubah seiring dengan waktu karena *bearing* mekanik menjadi aus sehingga membuat meningkatnya gesekan (*friction*) dan dengan demikian meter mencatat angka yang lebih kecil

dari pemakaian yang sesungguhnya. Perubahan-perubahan ini akan terjadi selama beberapa tahun, tergantung pada kualitas manufaktur dari meter air yang digunakan. Pada strategi ini, PDAM Kota Malang melakukan penjadwalan uji meter air pelanggannya, termasuk meter air dari berbagai merek dan usia dengan menggunakan meja tera meter air (*meter test bench*) atau Ultrasonic Meter Flow. Pengujian yang dilakukan akan menentukan usia optimum kapan meter pelanggan harus diganti. Penggantian meter ini sangat berpengaruh dalam komponen kehilangan air, karena dapat mengurangi kehilangan air non fisik yang disebabkan oleh pembacaan meter yang tidak akurat

- **Mencegah penggunaan hidran pemadam kebakaran secara ilegal**

Melalui program-program penyadaran pelanggan, PDAM harus mendorong para pelanggan untuk melaporkan kasus-kasus penggunaan hidran pemadam kebakaran secara ilegal. Selain itu, PDAM juga perlu bekerja sama dengan lembaga penegak hukum atau dinas pemadam kebakaran untuk mengatur peraturan mengenai penggunaan hidran pemadam kebakaran. PDAM Kota Malang sudah melakukan penetapan prosedur pemakaian hidran pemadam kebakaran. Dengan ditetapkannya prosedur pemakaian air dari hidran pemadam kebakaran, kehilangan air non-fisik akibat penggunaan hidran pemadam kebakaran dapat diminimalkan.

- **Melakukan pemeriksaan di tempat secara teratur dan mengamati anomali atau ketidakwajaran pada hasil pencatatan meter atau perekeningan**

PDAM perlu dicermati konsumsi bulanan setiap pelanggannya untuk mendeteksi anomali yang

mencurigikan. Pada strategi ini, PDAM Kota Malang sudah melakukan pemeriksaan hasil pencatatan meter seluruh pelanggannya secara teratur. Permeriksaan anomali hasil pencatatan pemakaian air pelanggan dilakukan berdasarkan 11 kriteria. Kriteria tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Kesalahan pembacaan meter
- b. Permasalahan meter (meter air macet)
- c. Pelanggaran
- d. Large/small meter
- e. Sambungan ilegal
- f. Rekening tidak timbul
- g. Pemakaian melonjak
- h. Pemakaian nol
- i. Pemakaian malam
- j. Tutupan
- k. Pelanggan dengan meter ≥ 1 dim

Setelah ditetapkan kriteria tersebut, dilakukn pencarian data mengenai meter-meter pelanggan yang perlu dilakukan pemeriksaan menggunakan program komputer. Dari prosedur tersebut, nantinya akan didapatkan laporan meter-meter air pelanggan yang perlu dilakukan pemeriksaan langsung.

- **Menggunakan alat-alat pembaca meter elektronik yang mengurangi kesalahan penanganan data sampai minimum seperti *Automatic Meter Reading (AMR)***

Jika layak secara finansial, pertimbangan pengadaan alat-alat pembaca meter elektronik perlu dilakukan oleh PDAM. Karena hal tersebut dapat mengurangi kesalahan penanganan data sampai minimum dengan cara pengiriman data ke sistem penagihan otomatis. PDAM Kota Malang sudah memiliki 2.000 AMR yang telah

dipasang pada seluruh DMA. Meskipun belum dilakukan pengadaan AMR kembali, akan tetapi PDAM Kota Malang dapat memaksimalkan penggunaan AMR yang dimiliki tersebut. Dari penggunaan AMR tersebut, kehilangan air secara non-fisik akibat kesalahan penanganan data konsumsi air dapat diminimalkan.

Strategi Untuk Menurunkan Kehilangan Air Fisik

- **Melakukan pengendalian kebocoran aktif (*active leakage control/ALC*) seperti memaksimalkan sistem-sistem kendali pengawasan dan perolehan data (*supervisory control and data acquisition/SCADA*) dan melokalisasi, menentukan, dan menemukan lokasi kebocoran dengan *step test***

Pengendalian kebocoran aktif (*active leakage control/ALC*) penting bagi pengelolaan kebocoran yang efektif dari segi biaya dan efisien. Salah satu teknik untuk menentukan lokasi penanganan kebocoran adalah memantau aliran-aliran di dalam zona-zona atau DMA dimana kebocoran tidak dilaporkan. Semakin cepat operator menganalisis data aliran pada DMA, semakin cepat lokasi yang berpotensi terjadinya kebocoran dapat diketahui. Bersama dengan perbaikan yang cepat, hal tersebut akan membatasi total volume air yang hilang.

PDAM Kota Malang telah memiliki sistem SCADA dan melakukan kegiatan *step-test* kurang lebih 8 kali setiap minggunya. *Step-test* merupakan metode yang efektif dalam pencarian kehilangan air. Secara teknis pelaksanaan *steptest* dilakukan dengan memasang *flow meter portable (ultrasonic flow meter)* di pipa inlet DMA yang akan dilakukan *steptest* untuk merekam

aliran air, kemudian valve di setiap ruas di dalam DMA ditutup secara sistematis dan berurutan. Dengan metode ini akan diketahui ruas yang memiliki indikasi kehilangan air tertinggi sehingga dapat dilakukan perbaikan sesegera mungkin. Sehingga volume kehilangan air akibat adanya kebocoran dapat diminimalkan jumlahnya.

- **Melakukan pengelolaan tekanan air pada pipa distribusi seperti memasang katup pengurang tekanan otomatis (*pressure reducing valve*) atau PRV**

Ada sejumlah metode untuk mengurangi tekanan dalam sistem, termasuk pompa pengendali kecepatan variabel dan tanki pelepas tekanan. Walaupun demikian, metode yang paling umum dan efektif dari pengelolaan tekanan adalah memasang katup pengurang tekanan otomatis atau *pressure reducing valve* (PRV). PRV merupakan instrumen yang diinstal pada titik-titik strategis dalam jaringan untuk mengurangi atau mempertahankan tekanan jaringan pada tingkat tertentu yang sudah ditetapkan. Mayoritas semburan pipa yang terjadi bukan karena tekanan tinggi, namun lebih karena fluktuasi tekanan yang terus menerus sehingga membuat pipa selalu mengembang. Hal tersebut dapat menyebabkan retakan pipa sehingga berpotensi menimbulkan kebocoran. PDAM Kota Malang sendiri telah melakukan pengelolaan atau manajemen tekanan dengan cara memasang PRV di setiap DMA dan daerah pelayanan yang memiliki perbedaan elevasi yang ekstrim. Dengan melakukan manajemen tekanan ini kemungkinan kejadian kebocoran pada pipa distribusi dapat diminimalkan.

- **Melakukan percepatan dan peningkatan kualitas perbaikan**

Lama waktu kebocoran yang dibiarkan berlangsung berpengaruh pada volume kehilangan fisik sehingga perbaikan harus segera dilaksanakan begitu kebocoran dideteksi. Kualitas perbaikan juga berdampak pada apakah perbaikan akan bertahan lama. Maka dari itu PDAM Kota Malang melakukan percepatan perbaikan kebocoran pipa dengan melakukan perbaikan dari kebocoran terlapor maksimal H+1 dari laporan. Sehingga jumlah volume kehilangan air fisik tidak bertambah hingga dilakukan perbaikan pipa beserta aksesorisnya.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari tugas akhir mengenai Studi Kehilangan Air Dalam Sistem Distribusi Air Minum PDAM Kota Malang ini adalah:

1. Rincian komponen penyebab kehilangan air pada sistem distribusi air minum PDAM Kota Malang pada bulan Juli 2019 adalah sebagai berikut:
 - a. Kehilangan air non-fisik sebanyak 6,0% atau 268.130 m³/bulan. Nilai kehilangan air non-fisik ini terdiri atas konsumsi tak resmi sebanyak 95.213 m³/bulan dan kehilangan air akibat ketidakakuratan meter dan penanganan data sebanyak 172.917m³/bulan
 - b. Kehilangan air fisik sebanyak 18,7% atau 831.641 m³/bulan

Komponen penyebab kehilangan air yang paling berpengaruh terhadap nilai NRW pada sistem distribusi air minum PDAM Kota Malang adalah kehilangan air fisik serta kehilangan air non-fisik akibat ketidakakuratan meter dan penanganan data. Selain hal tersebut, komponen neraca air yang paling mempengaruhi nilai NRW PDAM Kota Malang bulan Juli 2019 adalah konsumsi tak bermeter tak berekening yang bernilai 10,3% atau 459.238 m³/bulan.

- 2.Strategi yang terbaik untuk diterapkan dalam mengatasi permasalahan kehilangan air pada sistem distribusi air minum PDAM Kota Malang adalah sebagai berikut:
 - a. Strategi terbaik yang dapat diterapkan untuk mengatasi kehilangan air non-fisik adalah:
 - Melakukan perawatan dan pergantian meter air yang tepat

- Mencegah penggunaan hidran pemadam kebakaran secara ilegal
 - Melakukan pemeriksaan di tempat secara teratur dan mengamati anomali atau ketidakwajaran pada hasil pencatatan meter atau perekeningan
 - Menggunakan alat-alat pembaca meter elektronik yang mengurangi kesalahan penanganan data sampai minimum seperti Automatic Meter Reading (AMR)
- b. Strategi terbaik yang dapat diterapkan untuk mengatasi kehilangan air fisik adalah:
- Melakukan pengendalian kebocoran aktif (*active leakage control*) seperti memaksimalkan sistem-sistem kendali pengawasan dan perolehan data (*supervisory control and data acquisition*) dan melokalisasi, menentukan, dan menemukan lokasi kebocoran dengan step test
 - Melakukan pengelolaan tekanan air pada pipa distribusi seperti memasang katup pengurang tekanan otomatis (*pressure reducing valve*) atau PRV
 - Melakukan percepatan dan peningkatan kualitas perbaikan

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil studi ini kepada peneliti adalah:

1. Selain melakukan studi mengenai kehilangan air pada wilayah pelayanan PDAM Kota Malang, peneliti juga perlu melakukan studi pada beberapa DMA dari wilayah pelayanan PDAM Kota Malang. Hal ini bertujuan agar peneliti dapat mengetahui

- permasalahan dari kehilangan air beserta penanganannya lebih secara langsung.
2. Melakukan studi lebih lanjut mengenai perbedaan *software* Microsoft Excel, WB-EasyCalc yang digunakan oleh PDAM Kota Malang, dan *software* WB-EasyCalc versi 6.0 yang digunakan peneliti dalam menyusun neraca air.
 3. Sebaiknya melakukan rekapitulasi data-data dalam penyusunan neraca air selama satu tahun terakhir. Data yang direkap dalam satu tahun ini dapat digunakan untuk mengetahui perubahan nilai kehilangan air dalam satu tahun serta mengevaluasi kehilangan air yang terjadi.
 4. Melakukan studi lebih lanjut mengenai estimasi nilai setiap komponen kehilangan air seperti jumlah konsumsi resmi tak bermeter tak berekening dan jumlah kehilangan air non fisik. Hal ini bertujuan agar data yang diolah untuk menyusun neraca air merupakan data yang nilainya lebih akurat.
 5. Melakukan studi lebih lanjut mengenai perhitungan dalam penentuan jumlah kehilangan air fisik yang terjadi selama periode penelitian.
 6. Melakukan perhitungan nilai Indeks Kehilangan Infrastruktur (*Infrastructure Leakage Index/ILI*) untuk melakukan penilaian dan penentuan indikator dari kehilangan air fisik yang terjadi.
 7. Melakukan survey secara langsung mengenai kegiatan-kegiatan upaya penurunan kehilangan air dengan bagian Kehilangan Air PDAM Kota Malang.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pendukung Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (BPPSPAM). 2013. *Pedoman Penurunan Non Revenue Water (NRW) atau Air Tak Berekening (ATR)*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Badan Standardisasi Nasional. 2008. *Standar Nasional Indonesia SNI 2547:2008 tentang Spesifikasi meter air minum*
- Al-Hanif, E.T. dan Arya R. 2016. *Pengendalian Kehilangan Air Jaringan Distribusi Air Bersih Pdam Tirta Dharma Kota Malang*. Semarang: Universitas Diponegoro
- Farley, M. 2008. *The Manager's Non-Revenue Water Handbook*. Malaysia : Ranhill Utilitites Berhad
- Harto, Sri. 2000. *Hidrologi Teori Masalah Penyelesaian*. Jakarta: Nafiri.
- PDAM Kota Malang Website. 2018. *Info Perusahaan*, < http://www.pdamkotamalang.com/user/proses_menu/102 >
- PDAM Kota Malang Website. 2018. *Rantai Pasok SPAM*, < http://www.pdamkotamalang.com/user/proses_menu/108 >
- PDAM Kota Malang Website. 2018. *Statistik*, < http://www.pdamkotamalang.com/user/proses_menu/110 >
- Pemerintah Kota Malang. *Peraturan Daerah Kota Malang Nomor 10 Tahun 2013, Tentang Organ dan Kepegawaian Perusahaan Daerah Air Minum Kota Malang*. Malang.
- Pranata, M.S.D. 2017. *Studi Neraca Air Di Kawasan Universitas Brawijaya*. Malang: Universitas Brawijaya
- Saparina, W. 2017. *Penurunan Kehilangan Air Di Sistem Distribusi Air Minum Pdam Kota Malang*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Sudiro. 2007. "Monitoring Terhadap Komponen Sambungan Rumah Sebagai Satu Upaya Pengendalian Kehilangan Air Di PDAM Kota Malang" . Spectra 10, 5:62-76.

- Syabani, 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: Institut Teknologi Bandung
- Tjaturono, Putranto, H. E. H., retno W. 2011. " *Analisis Faktor-faktor Yang Berpengaruh Terhadap Kehilangan Air Kota Malang*". Jurnal Info Manajemen Proyek, 9-17
- Walikota Malang. 2014. *Peraturan Walikota Malang Nomor 39 Tahun 2014 Tentang Penetapan Tarip Air Minum Dan Biaya Langganan Pada Perusahaan Daerah Air Minum Kota Malang*
- Yuono. 2009. *Workshop Kehilangan Air*. Jakarta.

LAPORAN NERACA AIR BULAN JANUARI TAHUN 2019

VOL INPUT SISTEM 4359218 M3	KONSUMSI RESMI 3509886 M3 80.52%	KONSUMSI RESMI BEREKENING 2876899 M3 66.00%	KOMSUMSI BERMETER BEREKENING 2876863 M3 65.99%	AIR BEREKENING 2876899 M3 66.00%
			KOMSUMSI TAK BERMETER BEREKENING 36 M3 0.001%	
	KONSUMSI RESMI TAK BEREKENING 632987 M3 14.52%	KONSUMSI RESMI TAK BEREKENING 308162 M3 7.07%	KONSUMSI BERMETER TAK BEREKENING 308162 M3 7.07%	
	KEHILANGAN AIR NON FISIK 277380 M3 6.36%	KONSUMSI TAK RESMI 324625 M3 7.45%	KONSUMSI TAK BERMETER TAK BEREKENING 324625 M3 7.45%	AIR TAK BEREKENING 1482319 M3 34.00%
	KEHILANGAN AIR 849332 M3 19.48%	KONSUMSI TAK RESMI 92442 M3 2.12%	KONSUMSI TAK RESMI 92442 M3 2.12%	
		KEHILANGAN AIR FISIK 184938 M3 4.24%	KETIDAKAKURATAN MIETER & PENANGANAN DATA 184938 M3 4.24%	
		KEHILANGAN AIR FISIK 571952 M3 13.12%		

LAPORAN NERACA AIR BULAN FEBRUARI TAHUN 2019

VOL INPUT SISTEM 4516825 M3	KONSUMSI RESMI 3566716 M3 78.97%	KONSUMSI RESMI BEREKENING 2882406 M3 63.81%	KONSUMSI BERMETER BEREKENING 2882326 M3 63.81%	AIR BEREKENING 2882406 M3 63.81%
		KONSUMSI TAK BERMETER BEREKENING 80 M3 0.00%		
	KONSUMSI RESMI TAK BEREKENING 684310 M3 15.15%	KONSUMSI BERMETER TAK BEREKENING 277185 M3 6.14%		
	KEHILANGAN AIR NON FISIK 277001 M3 6.13%	KONSUMSI TAK BERMETER TAK BEREKENING 407124 M3 9.01%		
	KEHILANGAN AIR 950109 M3 21.03%	KONSUMSI TAK RESMI 92974 M3 2.06%		
		KETIDAKAKURATAN DIETER & PENANGANAN DATA 184027 M3 4.07%		
		KEHILANGAN AIR FISIK 673108 M3 14.90%		AIR TAK BEREKENING 1634419 M3 36.19%

LAPORAN NERACA AIR BULAN MARET TAHUN 2019

VOL INPUT SISTEM 4040320 M3	KONSUMSI RESMI 3217545 M3 79.64%	KONSUMSI RESMI BEREKENING 2781834 M3 68.85%	KONSUMSI BERMETER BEREKENING 2781782 M3 68.85%	AIR BEREKENING 2781834 M3 68.85%
			KONSUMSI TAK BERMETER BEREKENING 52 M3 0.001%	
	KONSUMSI RESMI TAK BEREKENING 435711 M3 10.78%	KONSUMSI RESMI TAK BEREKENING 151525 M3 3.75%	KONSUMSI BERMETER TAK BEREKENING 151525 M3 3.75%	
			KONSUMSI TAK BERMETER TAK BEREKENING 284186 M3 7.03%	AIR TAK BEREKENING 1258486 M3 31.15%
	KEHILANGAN AIR NON RESMI 292590 M3 7.24%	KEHILANGAN AIR RESMI 93319 M3 2.31%	KEHILANGAN AIR RESMI 93319 M3 2.31%	
	KEHILANGAN AIR 822775 M3 20.36%	KEHILANGAN AIR NON RESMI 292590 M3 7.24%	KEHILANGAN AIR RESMI 93319 M3 2.31%	
			KEHILANGAN AIR FISIK 199270 M3 4.93%	
			KEHILANGAN AIR FISIK 530185 M3 13.12%	

LAPORAN NERACA AIR BULAN APRIL TAHUN 2019

VOL INPUT SISTEM 4532204 M3	KONSUMSI RESMI 3627160 M3 80.03%	KONSUMSI RESMI BEREKENING 2816860 M3 62.15%	KOMSUMSI BERMETER BEREKENING 2816808 M3 62.15%	AIR BEREKENING 2816860 M3 62.15%
		KOMSUMSI RESMI BEREKENING 2816860 M3 62.15%	KOMSUMSI BERMETER BEREKENING 2816808 M3 62.15%	AIR BEREKENING 2816860 M3 62.15%
		KOMSUMSI RESMI TAK BEREKENING 810300 M3 17.88%	KOMSUMSI TAK BERMETER BEREKENING 335595 M3 7.40%	
		KONSUMSI TAK BERMETER TAK BEREKENING 474705 M3 10.47%	KONSUMSI TAK BERMETER TAK BEREKENING 474705 M3 10.47%	
		KEHILANGAN AIR NON FISIK 244398 M3 5.39%	KONSUMSI TAK RESMI 93490 M3 2.06%	AIR TAK BEREKENING 1715344 M3 37.85%
	KEHILANGAN AIR 905044 M3 19.97%		KETIDAKAKURATAN METER & PENANGANAN DATA 150908 M3 3.33%	
			KEHILANGAN AIR FISIK 660646 M3 14.58%	

LAPORAN NERACA AIR BULAN MEI TAHUN 2019

VOL INPUT SISTEM 4387184 M3	KONSUMSI RESMI 3530140 M3 80.46%	KONSUMSI RESMI BEREKENING 2901441 M3 66.13%	KOMSUMSI BERMETER BEREKENING 2901353 M3 66.13%	AIR BEREKENING 2901441 M3 66.13%
	KEHILANGAN AIR 857044 M3 19.54%	KONSUMSI RESMI TAK BEREKENING 628699 M3 14.33%	KONSUMSI TAK BERMETER BEREKENING 88 M3 0.0020%	AIR TAK BEREKENING 1485743 M3 33.87%
		KEHILANGAN AIR NON FISIK 249570 M3 5.69%	KONSUMSI BERMETER TAK BEREKENING 360426 M3 8.22%	
			KONSUMSI TAK BERMETER TAK BEREKENING 268273 M3 6.11%	
			KONSUMSI TAK RESMI 93690 M3 2.14%	
			KEHILANGAN METER & PENANGKAPAN DATA 155880 M3 3.55%	
			KEHILANGAN AIR FISIK 607474 M3 13.85%	

LAPORAN NERACA AIR BULAN JUNI TAHUN 2019

VOL INPUT SISTEM 4550349 M3	KONSUMSI RESMI 3639803 M3 79.99%	KONSUMSI BEREKENING 2914328 M3 64.05%	KONSUMSI BERMETER BEREKENING 2914204 M3 64.04%	AIR BEREKENING 2914328 M3 64.05%
			KONSUMSI TAK BERMETER BEREKENING 124 M3 0.0027%	
	KONSUMSI RESMI TAK BEREKENING 726475 M3 15.94%	KONSUMSI RESMI TAK BEREKENING 426653 M3 9.37%		AIR TAK BEREKENING 1636021 M3 35.95%
	KEHILANGAN AIR NON FISIK 252273 M3 5.54%	KONSUMSI TAK BERMETER TAK BEREKENING 298922 M3 6.57%		
	KEHILANGAN AIR 910546 M3 20.01%	KONSUMSI TAK RESMI 93767 M3 2.06%		
		KETIDAKAKURATAN METER & PEMANGAMAN DATA 158507 M3 3.48%		
		KEHILANGAN AIR FISIK 668273 M3 14.47%		

Dokumentasi Pemeriksaan Meter Air Dengan Ultrasonic Flow Meter



BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama lengkap Maria Ulfa Megarini lahir di Kota Malang pada tanggal 15 Maret 1996 yang merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis selesai menempuh pendidikan dasar di SD Hang Tuah 7 Surabaya pada tahun 2008. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 12 Surabaya tahun 2008-2009 serta SMPN 5 Malang pada tahun 2009-2011. Kemudian dilanjutkan pendidikan tingkat atas yang dilalui di SMAN 3 Malang pada tahun 2011-2014. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP 03211440000052.

Selama perkuliahan, penulis aktif pada organisasi maupun kepanitiaan di Departemen Teknik Lingkungan dan Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis merupakan anggota dari UKM Jujitsu ITS pada periode 2014/2015. Kemudian menjadi sekretaris dari UKM Jujitsu ITS pada periode 2015/2016 dan 2016/2017. Berbagai pelatihan dan seminar juga telah diikuti dalam rangka untuk pengembangan diri dan penambahan wawasan. Bila ada pertanyaan terkait tugas akhir penulis, silahkan menghubungi penulis via email di mariaulfamegarini@gmail.com.



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN-ITS
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

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

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

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

Hari, tanggal : 16 Desember 2019

Nilai TOEFL : 483

Pukul : 09.00-10.00 WIB

Lokasi : TL-103

Judul : Studi Kehilangan Air Dalam Sistem Distribusi Air Minum PDAM Kota Malang

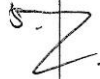
Nama : MARIA ULFA MEGARINI

NRP. : 03211440000052

Topik : Penelitian

Tanda Tangan


Maria Ulfa Megarini

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Seminar Kemajuan Tugas Akhir
1	Abstrak diklar kembali
2.	Paragraf + foto Mis TA, nomor halaman dll.
3	Ruang lingkup; data PDAM yg digunakan
4.	Sumber data kelas / reproduksi tidak baik.
5.	

Adh's
- 30/12 19

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

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

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



Adhi Yuniarto, S.T., M.T., Ph.D.



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN - ITS
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR
Periode: Gasal 2019-2020

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

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

Hari, tanggal : 13 Januari 2019
Pukul : 13.00 - 15.00
Lokasi : TL - 102
Judul : Studi Kehilangan Air Dalam Sistem Distribusi Air Minum PDAM Kota Malang

Nilai TOEFL 483

Nama : MARIA ULFA MEGARINI
NRP. : 03211440000052
Topik : Perencanaan

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
1. 2.	<p>Asstade dipertalikan kotafama yang hrs logis. Saran dipertalikan yang berkaitan pelaksanaan penelitian. Masanya dengan memperhatikan ewang lingkup.</p> <p><i>Adhi</i> 24/1/20</p>

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat asistansi 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

Adhi Yuniarto, ST., MT., Ph.D.



FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Maria Ulfa Megarini
NRP : 0321144000052
Judul Tugas Akhir : Studi Kehilangan Air Dalam Sistem Distribusi Air Minum PDAM Kota Malang

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1.	Absorpsi diperbaiki, terutama yang bahasannya	Sudah diperbaiki (hal. iii)
2.	Saran diperbaiki, yang berkaitan pelaksanaan penelitian	Sudah diperbaiki (hal 74 - 75)

Dosen Pembimbing,


.....

Mahasiswa Ybs.,


Maria Ulfa M.
0321144000052



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FORM FTA-03

KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Marcia Ulfa Megarini
NRP : 052114410000052
Judul : Sifat Kehilangan Air Dalam Sistem Distribusi Air Mian PDAM Kota Malang

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1.	24 Juli 2019	Pengambilan data untuk menyusun neraca air	
2.	30 Juli 2019	Ditambah literatur mengenai penurunan nilai kehilangan air	
3.	5 Oktober 2019	Penentuan nilai margin error Penjelasan mengenai data-data yang diambil pada WBS Estorac	
4.	1 November 2019	Penjelasan mengenai kegiatan konsumsi tak bermeter tak berkebang penentuan jumlah kebocoran nonfuk dari jumlah sambungan leak	
5.	14 November 2019	Cek input data panjang pipa transmisi Membandingkan hasil penelitian mengenai NRW tahun 2016 dengan tahun 2019	
6.	26 November 2019	Menganalisis neraca air yang sudah dibuat	
7.	29 November 2019	Menevaluasi tinjauan pytrakan pada penyelesaian penyisipan dan menambahkan Neraca air	
8.	30 Desember 2019	Perbaikan abstrak	
9.	6 Januari 2020	Penentuan strategi penurunan kehilangan air	

Surabaya,
Dosen Pembimbing