



TUGAS AKHIR - RE 184804

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

ALYA NOVITA PUTRI
0321144000064

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

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



TUGAS AKHIR - RE 184804

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

ALYA NOVITA PUTRI
0321144000064

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

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



FINAL PROJECT - RE 184804

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

ALYA NOVITA PUTRI
0321144000064

ADVISOR
WELLY HERUMURTI, ST., M.Sc.

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

LEMBAR PENGESAHAN

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

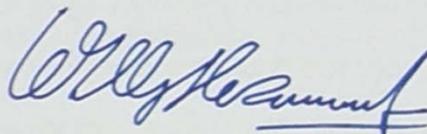
TUGAS AKHIR

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

Oleh:

ALYA NOVITA PUTRI
NRP 0321144000064

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



Welly Herumurti ST., M.Sc.
19811223 200604 1 002



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

Nama Mahasiswa : Alya Novita Putri
NRP : 03211440000064
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Welly Herumurti, ST., MS.c.,
Ph.D

ABSTRAK

PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo tergolong PDAM yang sehat. Namun, tingkat kehilangan air di PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo masih belum bisa memenuhi sasaran dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, yaitu kehilangan air maksimal 20%. Kehilangan air di PDAM Sidoarjo Cabang Krian sendiri adalah 25,89%.

Analisis kehilangan air menggunakan penghitungan neraca air atau *water balance* merupakan sebuah metode untuk mengidentifikasi komponen kehilangan air, menganalisa jumlah pendapatan, dan juga mengukur *Performance Indicator* PDAM Sidoarjo. Data yang didapatkan berasal dari laporan PDAM dan juga survey untuk keakuratan meter air. Strategi diperoleh dari wawancara dengan petugas PDAM dan analisis dari data yang diperoleh.

Komponen kehilangan air dari PDAM Sidoarjo adalah kebocoran (62,3%), ketidakakuratan meter air dan kesalahan penanganan data (36,3%), konsumsi tak berekening (0,9%), dan konsumsi tak resmi (1,5%). Kerugian finansial dari kehilangan air adalah Rp 1.862.640.633,00 per tahun. Strategi yang bisa dilakukan adalah melakukan pengawasan pipa secara rutin dan memasang meter di tiap wilayah (DMA). Saran lebih lanjut adalah dengan pengaturan tekanan, pengendalian kebocoran, dan penggantian meter secara berkala.

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

STUDY OF WATER LOSS USING WB-EASYCALC (STUDY CASE: SIDOARJO WATER MUNICIPAL KRIAN BRANCH)

Student Name : Alya Novita Putri
ID Number : 03211440000064
Department : Teknik Lingkungan
Supervisor : Welly Herumurti, ST., MS.c.,
Ph.D

ABSTRACT

Delta Tirta Water Municipal in Sidoarjo Regency is a healthy water municipal. However, the rate of water loss in Sidoarjo Water Municipal is still beyond the goal of Minister of Public Works, which is 20%. Water loss in Krian Branch of Sidoarjo Water Municipal is 25,89%.

Water loss analysis uses water balance calculation, a method to identify water loss component, analyse the financial loss, and to form strategies based of the performance indicator of the water municipal. Data used for this study is from water municipal reports and meter accuracy survey. The strategy is formed from interview with the water municipal staffs and data analysis.

Water loss component from Sidoarjo Water Municipal is from physical loss or leakage (62,3%), meter errors and data handling errors (36,3%), unbilled consumption (0,9%), and illegal consumption (1,5%). Financial loss from the water loss is Rp 1.862.640.633,00 per year. Strategy to reduce water loss is to monitor distribution pipes regularly, and place meters in each district (DMA). Further suggestion is to regulate pipe pressure, pipe maintenance, and regular meter replacement.

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

KATA PENGANTAR

Penulis mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT atas rahmatnya sehingga Tugas Akhir berjudul “Studi Kehilangan Air Menggunakan Software WB-EasyCalc (Studi Kasus: PDAM Sidoarjo Cabang Krian)” dapat selesai. Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis berterima kasih kepada:

1. Welly Herumurti, ST., MT., Ph.D selaku dosen pembimbing penulis.
2. Prof. Nieke Karnaningroem, Alfian Purnomo, ST., MT., selaku dosen penguji.
3. Karyawan PDAM Sidoarjo dan PDAM Sidoarjo Cabang Krian atas kooperasinya.
4. Seluruh karyawan Departemen Teknik Lingkungan
5. Orangtua penulis yang selalu mendukung dan mendoakan.
6. Semua pihak terkait yang telah berjasa dalam membantu penulis.

Tentunya tugas akhir ini masih memiliki kesalahan, karena itu penulis mengharapakan saran dan kritik maupun diskusi dari pembaca. Terima kasih

Surabaya, 29 Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	2
BAB I PENDAHULUAN	12
1.1 Latar Belakang.....	12
1.2 Rumusan Masalah.....	13
1.3 Ruang Lingkup.....	13
1.4 Tujuan	13
1.5 Manfaat.....	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	14
2.1 Definisi Kehilangan Air.....	14
2.2 Neraca Air.....	15
2.3 Indikator Kinerja (Performance Indicator).....	16
2.4 Sistem Distribusi Air.....	16
2.5 Meter Air	21
BAB III GAMBARAN UMUM.....	22
3.1 Gambaran Umum Wilayah Sidoarjo	22
3.2 PDAM Kabupaten Sidoarjo.....	23
3.3 Wilayah Layanan PDAM Sidoarjo Cabang Krian	25
BAB IV METODE PENELITIAN.....	28
4.1 Kerangka Penelitian.....	28
4.2 Tahapan Penelitian.....	31
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	38
5.1 Pengumpulan Data	38
5.2 Kehilangan Air	45
5.3 Konsumsi Air Tak Berekening	46
5.4 Konsumsi Tidak Resmi.....	47

5.5 Kehilangan Air Non Fisik	48
5.6 Neraca Air & EasyCalc	49
5.7 Biaya Kehilangan Air	60
5.8 Indikator Kinerja (<i>Performance Appraisal</i>)	63
5.9 Strategi Penurunan Kehilangan Air	64
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	68
6.1 Kesimpulan	68
6.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 2 Ground Reservoir	19
Gambar 2. 3 Elevated Reservoir	19
Gambar 3. 1 Peta Administrasi Kabupaten Sidoarjo	22
Gambar 3. 3 Peta Wilayah Pelayanan PDAM Sidoarjo	25
Gambar 4. 1 Kerangka Penelitian	29
Gambar 4. 2 Tampilan Start Software WB-Easycalc.....	35
Gambar 5. 2 Skema Distribusi Air Daerah Pelayanan Krian	39
Gambar 5. 3 Tanki Air PDAM Sumber: Dokumentasi	46
Gambar 5. 4 Tampilan Depan WB-Easycalc.....	50
Gambar 5. 5 Volume Input Sistem	51
Gambar 5. 6 Konsumsi Bermeter Berekening.....	52
Gambar 5. 7 Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening.....	53
Gambar 5. 8 Konsumsi Bermeter Tak Berekening.....	53
Gambar 5. 9 Konsumsi Tak Resmi	54
Gambar 5. 10 Ketidakakuratan Meter dan Penanganan Data.....	55
Gambar 5. 11 Pipa Distribusi dan Transmisi.....	56
Gambar 5. 12 Pipa Dinas.....	57
Gambar 5. 13 Neraca Air dalam m ³ /tahun	59

DAFTAR TABEL

Tabel 5. 1 Sistem Volume Input dan	38
Tabel 5. 2 Volume Input PDAM Cabang Krian 2018	39
Tabel 5. 3 Volume Output PDAM Cabang Krian 2018	40
Tabel 5. 4 Volume Air Terdistribusi PDAM Krian 2018.....	41
Tabel 5. 5 Pemakaian Air per Golongan	42
Tabel 5. 6 Data Meter Air Bermasalah PDAM Krian Desember 2018 ...	44
Tabel 5. 7 Kehilangan Air PDAM Krian 2018	45
Tabel 5. 8 Tabel Jumlah Sampel untuk Survey	48
Tabel 5. 9 Hasil Survey Keakuratan Meter Air	48
Tabel 5. 10 Skema Tarif Air PDAM Delta Tirta Sidoarjo.....	60

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Sidoarjo adalah kota satelit yang berkembang. Dengan wilayah yang berbatasan dengan Kota Surabaya, Kabupaten Sidoarjo berkembang pesat dalam kurun waktu yang sangat cepat. Dengan lebih dari 2 juta penduduk (BPS, 2017), Kabupaten Sidoarjo termasuk kabupaten yang banyak dipilih oleh masyarakat sebagai tempat tinggal maupun tempat singgah. Keadaan ini tentu diikuti dengan meningkatnya kebutuhan Kabupaten Sidoarjo atas infrastruktur dan kebutuhan dasar seperti air minum.

Kebutuhan air minum ini dipenuhi oleh PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) Delta Tirta Sidoarjo sebagai perusahaan daerah di Kabupaten Sidoarjo yang memiliki tanggung jawab menyediakan air minum bagi warganya. Dalam memenuhi tugas memberikan layanan air minum terhadap masyarakat, PDAM selaku badan pemerintah, mendistribusikan air kepada masyarakat. Namun, dalam mendistribusikan air minum ini, seringkali ditemui masalah. Salah satu masalah itu adalah Air Tak Berekoning (ATR) atau *Non-Revenue Water (NRW)*.

Dalam situs resminya di pdamsidoarjo.co.id, kondisi kehilangan air rata-rata di Sidoarjo adalah lebih dari 26,49%. Padahal, batas kehilangan air sesuai sasaran Permen PU No. 20 Tahun 2006 adalah 20%. ATR ini juga merupakan salah satu penyebab utama buruknya kinerja Perusahaan Air Minum. Umumnya, PDAM yang memiliki kehilangan air tinggi tidak akan mampu memenuhi permintaan kebutuhan air yang tidak pernah menurun. Akibatnya, PDAM kekurangan biaya. Karena kekurangan biaya, PDAM tidak mampu mengalokasikan dana untuk program kehilangan air, sehingga kehilangan air akan semakin meningkat dan siklus tidak pernah berakhir (BPP SPAM, 2008).

Penyebab kehilangan air bisa bermacam-macam, yang pada umumnya dikelompokkan menjadi dua, yaitu fisik dan non-fisik (komersial). Kehilangan air fisik dapat berupa kebocoran pada pipa, reservoir, maupun komponen-komponen lain yang berkaitan dengan sistem distribusi dan transmisi air minum. Sedangkan kehilangan air non-fisik dapat disebabkan oleh ketidakakuratan meter air pelanggan, kesalahan penanganan data, penggunaan layanan air tidak resmi, maupun sebab-sebab lainnya.

Untuk mengetahui komponen-komponen yang menyebabkan kehilangan air, sekaligus menentukan neraca air dan kerugian PDAM akibat kehilangan air, diperlukan analisis kehilangan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi komponen dan merangkumnya dalam neraca air sebagai salah satu acuan dan gambaran bagi PDAM tentang kondisi kehilangan air di Kabupaten Sidoarjo. Penelitian ini juga

menentukan jumlah kerugian yang diderita oleh PDAM akibat kehilangan air dan perkiraan penambahan pendapatan jika program penurunan kehilangan air dilaksanakan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana *water balance* atau neraca air pada sistem distribusi air minum PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo, Cabang Krian, dengan *software* WB-Easycalc?
2. Berapa kerugian yang dialami dari kehilangan air pada sistem distribusi air minum PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo, Cabang Krian?
3. Bagaimana strategi penurunan kehilangan air PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo, Cabang Krian?

1.3 Tujuan

1. Menyusun *water balance* atau neraca air pada sistem distribusi air minum PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo, Cabang Krian, dengan *software* WB-Easycalc.
2. Menghitung kerugian karena kehilangan air pada sistem distribusi air minum PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo, Cabang Krian.
3. Menentukan strategi penurunan kehilangan air PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo Cabang Krian.

1.4 Ruang Lingkup

1. Studi dilakukan di daerah distribusi PDAM Sidoarjo Cabang Krian.
2. Masalah yang dikaji adalah kehilangan fisik dan non fisik di PDAM Sidoarjo Cabang Sidoarjo.
3. Neraca air atau *water balance* digunakan untuk mengetahui besar komponen kehilangan air di PDAM Sidoarjo Cabang Krian.
4. Data yang digunakan adalah data sekunder dari PDAM Sidoarjo.
5. Studi ini dilakukan dari bulan Februari hingga Juli 2019.
6. *Software* yang digunakan dalam penyusunan neraca air adalah *software* WB-Easycalc.
7. Studi ini berfokus pada neraca air dan kehilangan air, bukan pada sistem distribusi ataupun produksi air minum.

1.5 Manfaat

- Mendapatkan informasi mengenai kehilangan air komersial pada PDAM Delta Tirta Sidoarjo, beserta komponen dan kerugiannya.
- Diharapkan dapat menjadi saran evaluasi bagi PDAM untuk menurunkan tingkat kehilangan air komersial.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Kehilangan Air

Kehilangan air (*Non Revenue Water*) dapat diartikan sebagai perbedaan yang tercatat atau selisih antara air yang diproduksi dan masuk ke dalam sistem dengan jumlah air yang tercatat pada meter pelanggan. Dengan pengertian tersebut, hilangnya sejumlah air dapat disebabkan oleh keluarnya air dari sistem tanpa digunakan atau tidak tercatatnya penggunaan air karena berbagai sebab. Kehilangan air berdasarkan penyebabnya dapat diklasifikasikan menjadi kehilangan air secara fisik dan kehilangan non fisik (Pokja AMPL, 2007).

Tingkat kehilangan air PDAM di Indonesia sangat bervariasi. Beberapa PDAM memiliki tingkat kehilangan air hanya sekitar 20% bahkan kurang, tetapi banyak juga yang mencapai 60% atau lebih. Menurut data resmi Departemen Pekerjaan Umum, rata-rata kehilangan air PDAM di Indonesia mencapai 37%, dengan peluang pendapatan yang hilang mencapai Rp 1,139 triliun per tahun.

Besarnya nilai finansial kerugian akibat kehilangan air tersebut merupakan alasan kuat untuk melakukan penurunan kehilangan air. Di samping itu, PDAM yang kehilangan airnya tinggi tidak akan mampu memenuhi permintaan kebutuhan air, akibatnya, PDAM akan kekurangan biaya. Kekurangan biaya tersebut mengakibatkan tidak mempunya PDAM mengalokasikan dana untuk program penurunan kehilangan air. Demikian terus menerus hingga semakin lama kehilangan air semakin buruk.

Jika PDAM mengalokasikan dana untuk program penurunan kehilangan air, jumlahnya akan turun sehingga PDAM mampu memenuhi kebutuhan air yang selalu meningkat. Pendapatan PDAM akan meningkat karena PDAM bisa menjual air lebih banyak, dan pendapatan tersebut dapat digunakan untuk membiayai program kehilangan air.

Hal yang dapat dicapai dengan menurunkan ATR adalah:

- Lebih banyak air yang tersedia untuk dikonsumsi.
- Menunda kebutuhan investasi untuk pembangunan sistem penyediaan air minum (SPAM) baru karena kebutuhan pelanggan baru dapat dipenuhi dari air yang dapat dihemat.
- Menurunkan biaya operasi.
- Meningkatkan pendapatan karena lebih banyak air yang dapat terjual.
- Pemanfaatan sumber air baku yang lebih optimal.

(BPP SPAM, 2008)

2.1.1 Kehilangan Air Fisik

Kehilangan air fisik terjadi pada sistem distribusi, termasuk di dalamnya kebocoran pipa, kebocoran pada tanki dan reservoir, air yang melimpah dari reservoir dan open-drain atau sistem blow-offs yang tidak memadai. Beberapa jenis kehilangan air fisik meliputi:

- kehilangan air yang terjadi segera setelah masa konstruksi karena pelaksanaan pekerjaan yang buruk
- kehilangan air yang terjadi setelah beberapa tahun pasca konstruksi karena sebab yang tidak jelas
- kehilangan air yang terjadi setelah cukup lama sejak konstruksi, karena usia material.

2.1.2 Kehilangan Air Non Fisik

Kesalahan pada administratif, meter yang tidak akurat, maupun penggunaan air tidak resmi yang tidak terekam pada data pensuplaian. Kerugian akibat masalah non fisik dapat mencapai 2-30 kali lebih tinggi daripada kebocoran fisik. Beberapa sumber kehilangan air non fisik antara lain:

- kesalahan pada meter (produksi maupun pelanggan)
- pemakaian air tanpa meter air
- sambungan liar
- kesalahan pembacaan meter

2.2 Neraca Air

Neraca air adalah bentuk audit air yang paling sederhana. Pada hakikatnya, neraca air merupakan kerangka untuk menilai kondisi kehilangan air di suatu PDAM. Rumus sederhana neraca air adalah sebagai berikut:

Input sistem = Konsumsi + Kehilangan Air

Perhitungan neraca air juga berarti:

Mengungkap ketersediaan data dan tingkat pemahaman terhadap situasi ATR

Menciptakan kesadaran tentang adanya masalah ATR

Petunjuk langsung menuju perbaikan.

Neraca air juga menjadi alat komunikasi dan *benchmarking*, karena menggunakan indikator-indikator yang disepakati, seragam, dan dapat diperbandingkan di seluruh dunia.

Pengistilahan neraca air yang saat ini baku telah banyak digunakan di negara-negara lain, dan juga telah diadopsi dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 18 Tahun 2007. Penggunaan neraca air yang sudah dibakukan peristilahannya maupun perhitungannya membuat kehilangan

air dari suatu PDAM dapat dibandingkan dengan PDAM lain, bahkan dari satu negara ke negara lain.

Pada prinsipnya, neraca air mengharuskan PDAM untuk menghitung atau setidaknya-tidaknya menaksir dengan tepat setiap jenis distribusi/konsumsi air dan memasukkan ke dalam komponen-komponen yang sesuai. Selain itu, volume input, atau volume air yang didistribusikan ke dalam sistem PDAM, harus dipastikan, baik dengan melihat pada meter induk maupun menaksir bila input tidak dipasang meter induk (BPP SPAM, 2008).

Untuk menghitung neraca air, data dan alat yang dibutuhkan adalah:

1. Jumlah pelanggan tahun yang dihitung.
2. Jumlah konsumsi air/penjualan air berdasarkan kategori pelanggan untuk tahun yang dihitung.
3. Tarif air per kategori dan tarif rata-rata.
4. Jumlah sambungan (aktif maupun diputus tapi pipa dinas masih terpasang).
5. Rincian biaya produksi tahun yang dihitung.
6. Rincian biaya operasional tahun yang dihitung.
7. Kehilangan air 5 tahun terakhir.
8. Target kehilangan air 5 tahun ke depan (bila ada).
9. Data dasar untuk pengisian neraca air.
10. Konsumsi Resmi

Definisi: 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
- b. Konsumsi berekening tak bermeter
- c. Konsumsi tak berekening bermeter
- d. Konsumsi tak berekening tak bermeter

2.3 Indikator Kinerja (Performance Indicator)

Indikator kinerja didapatkan dari perbandingan sistem dengan ukuran dan karakteristik berbeda menggunakan sistem parameter yang relevan.

2.4 Sistem Distribusi Air

Fungsi pokok jaringan distribusi adalah menghantarkan air minum ke seluruh pelanggan dengan tetap memperhatikan faktor kualitas, kuantitas, kontinuitas dengan tekanan dan kecepatan air yang memenuhi standar. Air yang disuplai melalui jaringan pipa distribusi, sistem pengalirannya terbagi atas dua alternatif pendistribusian, yaitu :

1. Sistem Berkelanjutan (*Continuous System*)

Sistem ini merupakan sistem yang menyediakan air kepada pelanggan terus-menerus, tidak berhenti selama 24 jam. Sistem ini pada umumnya ada pada PDAM dengan kuantitas air bersih yang kontinu dan berlimpah. Keuntungan dari sistem ini adalah dipastikannya ketersediaan air setiap waktu, namun kerugiannya pemakaian air akan lebih boros karena jumlah air yang terbuang bisa jadi sangat besar.

Sistem Bergilir (*Intermittent System*)

Sistem ini merupakan sistem yang menyediakan air dalam jangka waktu tertentu pada satu hari, biasanya pada jam puncak. PDAM yang menerapkan sistem ini biasanya tidak mempunyai sumber air baku yang cukup atau tidak bisa memproduksi cukup air bersih untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Keuntungan dari sistem ini adalah kebalikan dari sistem berkelanjutan. Sedangkan kerugiannya adalah kemungkinan tidak tercukupinya kebutuhan air saat terjadi kebakaran, tuntutan bagi setiap rumah untuk memiliki tendon yang cukup untuk memenuhi kebutuhan air selama sehari, dan dimensi pipa yang digunakan akan lebih besar karena air yang disuplai dan didistribusikan harus mencapai pelanggan dalam waktu yang singkat.

Sistem distribusi merupakan hal penting untuk menjamin kepastian kualitas, kuantitas, dan kontinuitas pengaliran air minum kepada pelanggan. Pendistribusian air minum dapat dilakukan dengan sistem perpipaan maupun sistem non perpipaan. Sistem perpipaan yaitu sistem yang melalui jaringan pipa, dapat dilakukan dengan pemompaan atau pengaliran dengan memanfaatkan gravitasi, tergantung perbedaan elevasi unit produksi dengan daerah pelayanan. Sistem non perpipaan yaitu pendistribusian yang tidak melalui pipa distribusi, melainkan bisa melalui alat transportasi seperti truk tanki atau gerobak dorong untuk mengangkut air dari unit menuju pelanggan (Masduqi dan Assomadi, 2012).

2.3.1 Sistem Jaringan Induk dan Perpipaan Distribusi Air

Jaringan pipa induk merupakan pipa distribusi dengan diameter terbesar dan pelayanannya luas. Secara fisik, pipa induk dapat mengalirkan air sampai akhir tahap perencanaan dengan debit jam puncak, dan memiliki ketahanan yang tinggi, namun jaringan induk tidak melayani pengaliran langsung ke konsumen (Dirjen Cipta Karya, 2009).

Sistem jaringan induk yang dipakai dalam mendistribusikan air bersih terdiri atas:

Sistem Cabang (*branch system*)

Pipa distribusi sistem ini tidak saling berhubungan, air disuplai melalui satu jalur pipa utama.

Sistem Melingkar (loop system)

Sistem ini membentuk jaringan melingkar sehingga tidak ada titik mati dan tekanan akan relatif stabil.

Sistem Kombinasi (combination system)

Merupakan gabungan dari kedua sistem sebelumnya.

2.3.2 Jaringan Pipa Transmisi

Jaringan pipa transmisi adalah jalur pipa pembawa air bersih dari titik awal transmisi ke titik akhir transmisi air bersih. Fungsinya adalah mengalirkan air dari sumber (collection system) ke bagian dimulainya sistem distribusi. Jarak sumber air dengan distribusi bervariasi tergantung pada kondisi daerah tersebut.

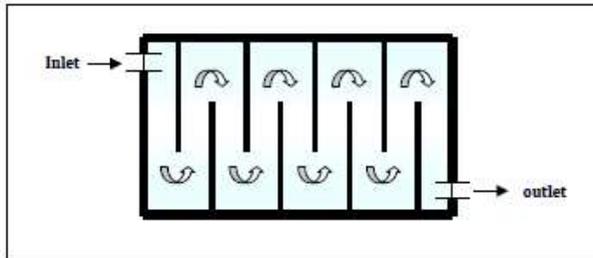
2.3.3 Unit Reservoir

Reservoir merupakan bangunan konstruksi untuk menampung air yang sudah diolah untuk didistribusikan pada konsumen. Reservoir menampung air agar ketika terjadi fluktuasi permintaan atau pemakaian air, pelanggan tetap bisa dilayani. Reservoir juga digunakan untuk cadangan air pedamam kebakaran, menstabilkan tekanan dalam sistem distribusi, dan meratakan aliran dan tekanan akibat fluktuasi pemakaian air.

Reservoir sebaiknya terletak sedekat mungkin dengan pusat pemakaian, untuk memungkinkan pelanggan mendapatkan layanan air dalam waktu secepat-cepatnya. Pada kota besar, beberapa reservoir biasanya diletakkan pada titik-titik strategis untuk memastikan tersedianya air dengan cepat dan kontinu. Air biasanya dipompakan ke dalam reservoir dan dilepaskan ke jaringan sistem distribusi dengan aliran gravitasi. Kapasitas reservoir bergantung pada topografi dan kondisi daerah.

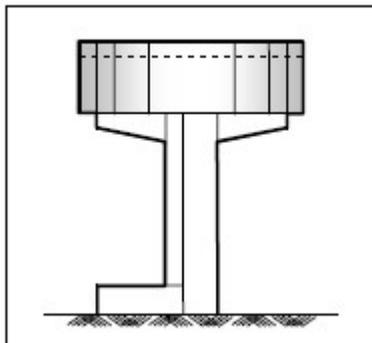
Jenis-jenis reservoir meliputi:

Ground reservoir, bangunan penampung air yang dibangun di bawah permukaan tanah. Reservoir ini sangat dipengaruhi fluktuasi permukaan air, maka konstruksi ini dilengkapi dengan sekat-sekat pembatas. Hal ini karena prinsip utama penyimpanan air adalah tidak boleh terdapat sedimentasi. Ground reservoir harus dapat menampung 2/3 volume total kebutuhan air maksimum harian daerah pelayanan pada tahun akhir umur teknis reservoir tersebut.



Gambar 2. 1 Ground Reservoir

Elevated reservoir, penampung yang terletak di atas permukaan tanah dengan ketinggian tertentu sehingga tekanan yang diperlukan masih tercapai. Volume yang harus ditampung minimal 1/3 dari volume total kebutuhan harian maksimum daerah pelayanan.



Gambar 2. 2 Elevated Reservoir

Kapasitas reservoir ditentukan dengan analisa fluktuasi pemakaian air dan pengalirannya yang didasarkan pada akumulasi kuantitas pengaliran dan pemakaian air selama satu hari. Rumus yang digunakan menentukan volume reservoir adalah :

Rumus-rumus yang dipakai dalam perencanaan reservoir adalah:

a. Volume total reservoir :

$$V = (\% \text{ reservoir} \times Q_{hm})$$

b. Volume tiap reservoir :

$$\text{Volume elevated} = 1/3x V$$

Volume ground = $\frac{2}{3} \times V$

Dimana : V = Volume (m^3)

Q_{hm} = Pemakaian hari maksimum (m^3)

c. Dimensi ground reservoir :

Bentuk segi empat, dengan free board 0,30 meter.

Perbandingan panjang : lebar = 2 : 1

2.3.4 Unit Pompa

Pompa merupakan salah satu alat yang berperan penting dalam proses pengolahan air. Berfungsi mendistribusikan air dari sumber air ke tempat pengolahan air, menyalurkan air ke konsumen dan sebagainya. Jenis-jenis pompa air pun sangat banyak tergantung dari kegunaannya. Di dalam penyediaan air bersih pompa digunakan pada intake, sumur pengumpul, unit treatment, sistem distribusi dengan memakai pompa jenis sentrifugal. Pompa dibutuhkan untuk dapat memberikan head tertentu dan untuk menghantarkan kuantitas air. Prinsip kerja pompa adalah menambah energi ke air atau cairan lainnya secara mekanik. Beberapa istilah yang penting adalah kapasitas pompa, head, dan daya pompa.

Kapasitas pompa (flow rate) adalah volume cairan yang dipompa per unit waktu yang bisa dinyatakan dalam liter/detik, meter kubik/detik, galon per menit atau lainnya. Head adalah elevasi permukaan air bebas diatas atau dibawah datum. Ada beberapa macam bentuk head, seperti yang diuraikan sebagai berikut :

- a. Static suction head (h_s), adalah jarak vertikal dari permukaan air yang dihisap dengan pusat pompa (datum pompa).
- b. Static discharge head (h_d), adalah jarak vertikal antara datum pompa dengan permukaan air tekan.
- c. Static Head (H_s), adalah perbedaan elevasi antara level cairan tekan dengan level cairan hisap.
- d. Friction (f_d) , adalah head cair yang harus diberikan untuk mengatasi friction loss akibat adanya aliran fluida melalui saluran perpipaan.
- e. Velocity Head ($V_d^2/2g$), adalah head yang timbul diakibatkan oleh air untuk menjaga kecepatan V_d . Ini adalah energi kecepatan yang ditambahkan ke dalam cairan pompa.
- f. Tekanan Admosfir (H_a) adalah perbedaan tekanan admosfir pada permukaan air discharge dan suction.

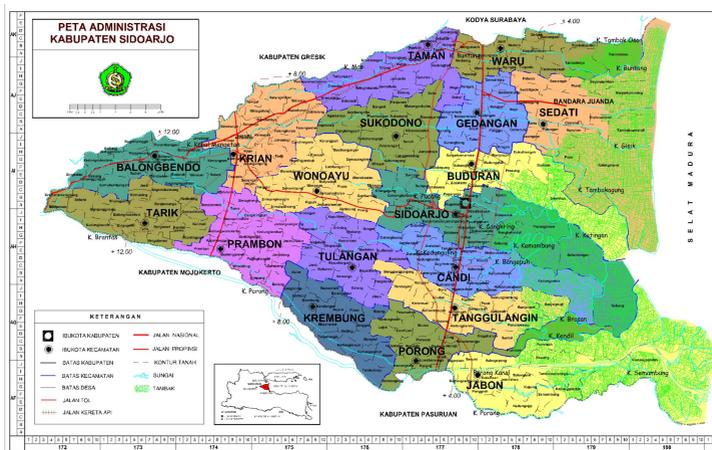
2.5 Meter Air

Meter air adalah alat untuk mengukur atau mengetahui jumlah air yang digunakan oleh konsumen. Fungsinya secara administratif adalah membantu menentukan jumlah uang yang dapat dari jumlah banyaknya air yang dipakai pelanggan. Meter air dapat mencegah terjadinya perhitungan air yang tidak tepat. Selain itu, dalam skala besar meter air dapat menunjukkan kebocoran air yang mungkin terjadi pada suatu wilayah dengan cara membandingkan jumlah air keluar-masuk pada sistem distribusi (Sudiro, 2004). Meter air merupakan "point of sale" atau "cash register" bagi PDAM. Mengetahui jenis-jenis meter yang terpasang dan kelemahannya dari sisi kehilangan air komersial merupakan salah satu cara untuk menghindari kehilangan air. (BPP SPAM, 2008).

BAB 3 GAMBARAN UMUM

3.1 Gambaran Umum Wilayah Sidoarjo

Kabupaten Sidoarjo terletak pada 112,5' – 112,9' Bujur Timur dan 7,3' – 7,5' Lintang Selatan. Bagian Utara Kabupaten Sidoarjo berbatasan dengan Kota Surabaya dan Gresik, bagian Timur berbatasan dengan Selat Madura, bagian Selatan berbatasan dengan Kabupaten Pasuruan, dan bagian Barat berbatasan dengan Kabupaten Mojokerto. Luas wilayah Kabupaten Sidoarjo adalah 634.38 km². Wilayah Sidoarjo berada pada dataran rendah dengan ketinggian antara 0 – 25 m. Kabupaten Sidoarjo terletak di antara aliran Kali Surabaya dan Kali Porong yang merupakan cabang Kali Brantas yang berhulu di Kabupaten Malang. Pada umumnya, Kabupaten Sidoarjo memiliki dua musim, yaitu musim kemarau pada Juni – Oktober dan musim hujan pada November – Mei. Pada tahun 2016, total jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo adalah 2.223.002 jiwa dengan kepadatan penduduk 3.141,11 jiwa/km² dan 668.253 rumah tangga.



Gambar 3. 1 Peta Administrasi Kabupaten Sidoarjo
Sumber: sidoarjokab.co.id

Kabupaten Sidoarjo memiliki 18 kecamatan, 353 desa, dan 28 kelurahan. Jumlah desa dan kelurahan Kabupaten Sidoarjo selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 2.2.

3.2 PDAM Kabupaten Sidoarjo

Pelayanan air bersih di wilayah Kabupaten Sidoarjo sudah dimulai sejak jaman Hindia Belanda oleh Waterleiding Bedrijven. Pada masa kemerdekaan, kepengurusannya dilimpahkan kepada Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Jawa Timur. Unit pelayanan air ini kemudian dinamakan PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo yang berlokasi di Jalan Pahlawan No. 1 Kabupaten Sidoarjo. PDAM ini melayani seluruh kecamatan di Kabupaten Sidoarjo. Tugas pokok PDAM Kabupaten Sidoarjo adalah menyelenggarakan penyediaan air minum yang memenuhi syarat-syarat kesehatan bagi penduduk wilayah Kabupaten Sidoarjo dan sekitarnya.

Tabel 3. 1 Jumlah Desa dan Kelurahan di Masing-Masing Kecamatan di Kabupaten Sidoarjo

Kecamatan		Jumlah	
		Desa	Kelurahan
1	Sidoarjo	10	14
2	Buduran	15	
3	Candi	24	
4	Porong	13	6
5	Krembung	19	
6	Tulangan	22	
7	Tanggulangin	19	
8	Jabon	15	
9	Krian	19	3
10	Balongbendo	20	
11	Wonoayu	23	
12	Tarik	20	
13	Prambon	20	

Kecamatan		Jumlah	
		Desa	Kelurahan
14	Taman	16	8
15	Waru	17	
16	Gedangan	15	
17	Sedati	16	
18	Sukodono	19	
Jumlah		322	31

Sumber: BPS, 2018

Produk layanan yang diberikan oleh PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo:

2. Layanan pembayaran air minum
3. Layanan pasang baru secara *real time*
4. Layanan pengaduan
5. Layanan air siap minum
6. Pelayanan pembelian air tanki
7. Pelayanan pemasangan kembali sambungan pipa
8. Pelayanan pemutusan sambungan pipa

Pembenahan dan perbaikan terus dilakukan oleh PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo yang berlandaskan pada efisiensi dan efektifitas. Sasaran dan target PDAM Delta Tirta Sidoarjo Tahun 2019 adalah sebagai berikut:

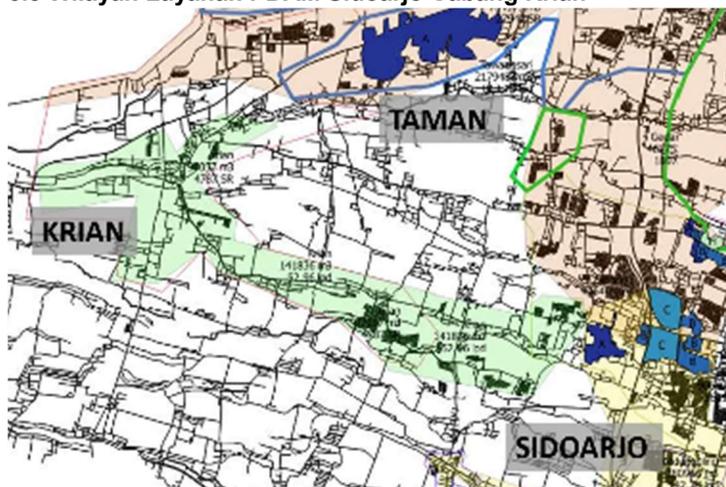
Cakupan pelayanan skala kabupaten	: 44,17%
Target pelanggan	: 68.147 sl
Kapasitas produksi	: 2.735 L/detik
Konsumsi rata-rata	: 22 m3/bulan
Tingkat kehilangan air	: 26,49%

Menurut Kementerian PU dalam Buku Kinerja PDAM 2017, berdasarkan penilaian tahun 2017, PDAM Delta Tirta Sidoarjo memiliki nilai 3,48 dan tergolong dalam standar Sehat.

PDAM Delta Tirta Sidoarjo memiliki tim untuk menangani kehilangan air yang dibentuk sejak tahun 2018. Sejak berdirinya tim tersebut, PDAM sudah membangun 400 DMA (*District Metered Area*) di seluruh kabupaten dengan sekitar 100 DMA yang terbaca efektif. Program pengendalian kehilangan air sudah dilakukan dengan terus mengecek DMA secara rutin, baik pada siang hari maupun malam hari. Pengecekan kebocoran dilakukan secara fisik dengan observasi yaitu

melihat adanya genangan dan mendengarkan adanya bunyi aliran air yang bocor di sepanjang jalur pipa. Pembuatan neraca air juga sudah dilakukan setiap bulan meskipun belum semua komponen bisa dihitung secara akurat, termasuk keakurasian pembacaan meter air. Pendataan menggunakan software QGIS untuk memetakan data pelanggan, letak meter air, letak sambungan rumah, letak DMA, dan juga peta pipa. Data ini diperbarui setiap satu bulan sekali untuk menjaga ketepatan data.

3.3 Wilayah Layanan PDAM Sidoarjo Cabang Krian



Gambar 3. 2 Peta Wilayah Pelayanan PDAM Sidoarjo
Sumber: Dokumen QGIS PDAM Delta Tirta Sidoarjo

PDAM Sidoarjo memiliki 7 cabang yang masing-masing melayani wilayah tertentu sesuai dengan Sambungan Rumah (SR). Gambar 3.3 menunjukkan pembagian wilayah layanan sesuai cabangnya. Cabang Krian ditandai dengan warna hijau muda. Jumlah pengguna SR di Cabang Krian per Desember 2018 adalah 5.177 SR (Laporan Tahunan PDAM, 2019).

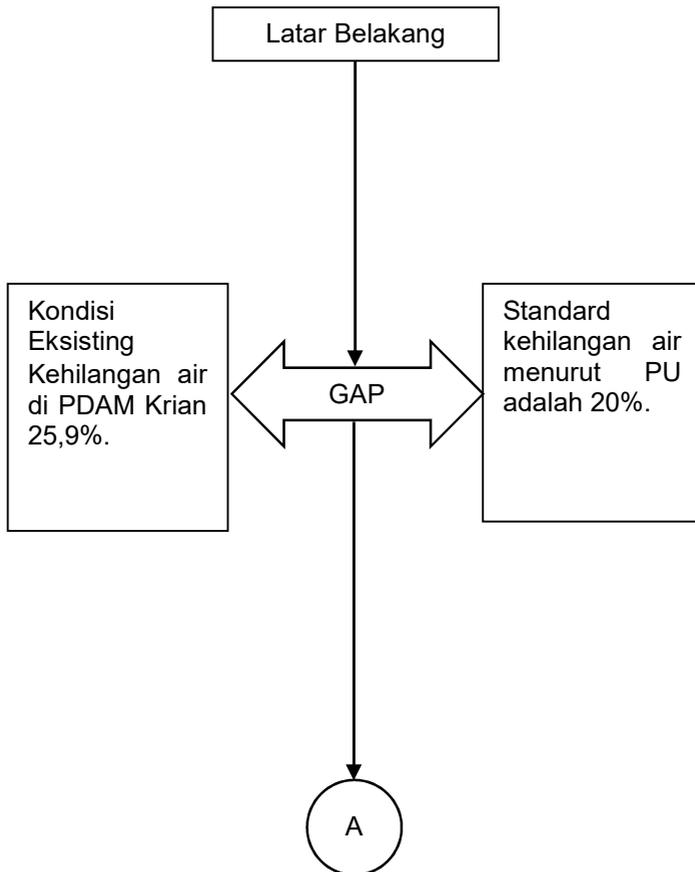
PDAM Sidoarjo menggunakan beberapa sumber air baku yang dialirkan ke berbagai cabang. Air untuk Cabang Krian sendiri berasal dari pipa Meter IPA Krian distribusi ke Krian, Meter Krikilan, Meter Banjarpertapan, Meter Perum Griya Loka, Pemakaian air wilayah Jatikalang Indah, dan Pemakaian air wilayah TAS III. Sumber air pelayanan Cabang Krian berasal dari IPA Tawangsari (dari Taman)

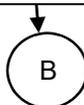
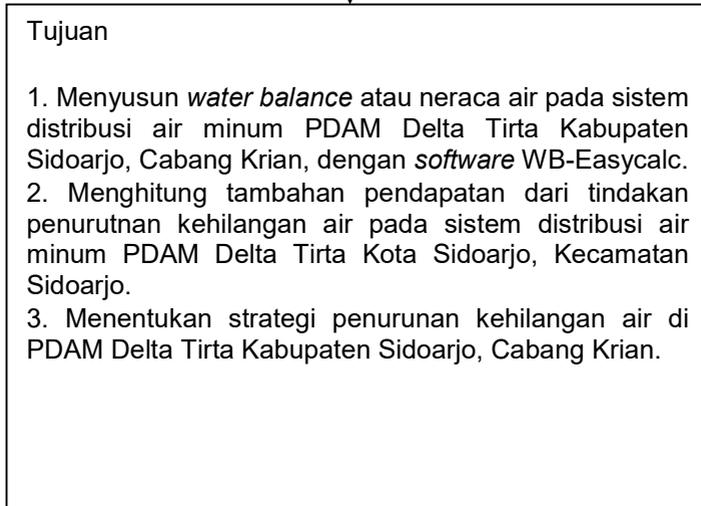
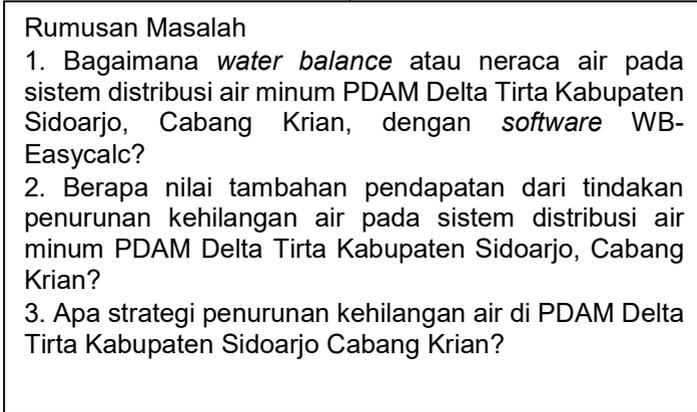
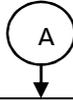
dan IPA Krian sendiri. Kemudian, ada juga air yang dialirkan keluar dari Krian melalui pipa Raya Punokawan (menuju ke Taman). Rata-rata air masuk setiap bulan adalah 100.841 m³ dan rata-rata air keluar adalah 98.717 m³. Data sumber dan pengaliran selengkapnya untuk Cabang Krian dapat dilihat di Tabel 3.2. Kehilangan air di PDAM Cabang Krian secara rata-rata pada tahun 2018 adalah 25,89% (PDAM Delta Tirta Sidoarjo, 2019).

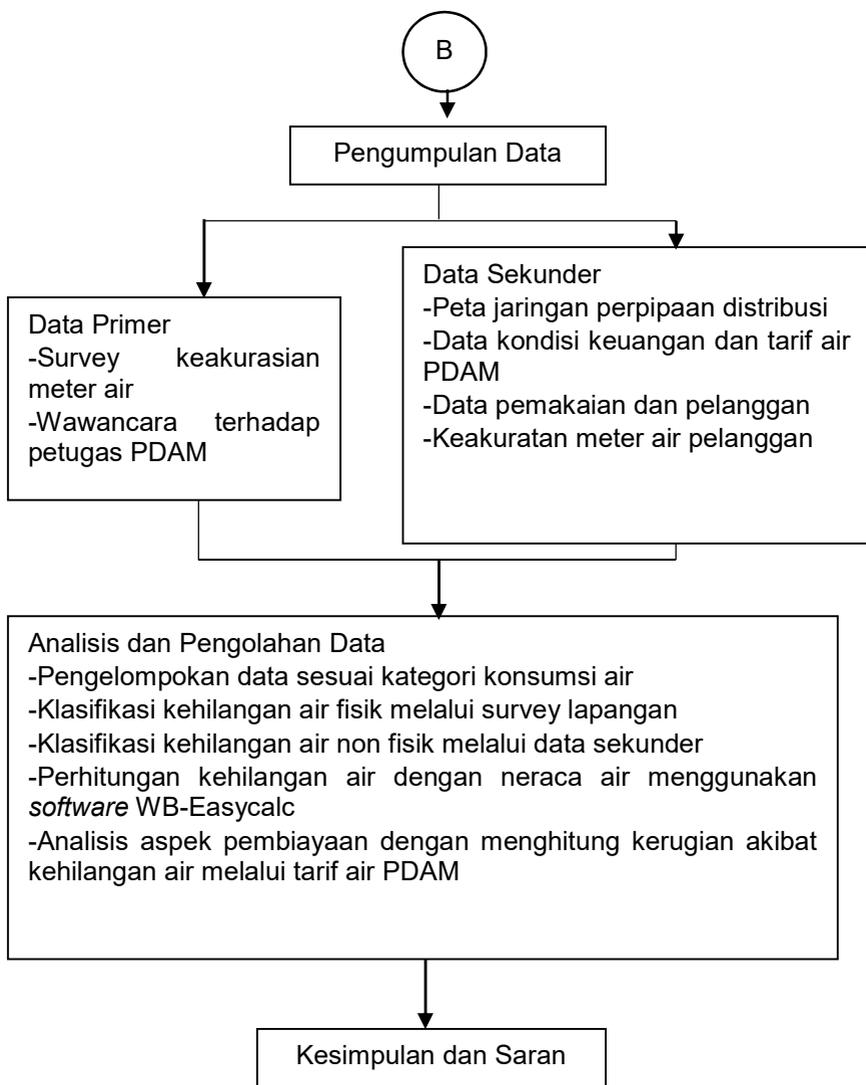
BAB 4
METODE PENELITIAN

4.1 Kerangka Penelitian

Dalam menyelesaikan penelitian, diperlukan kerangka yang terstruktur agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan tujuan. Kerangka tersebut dapat dilihat dalam diagram alir pada Gambar 4.1.







4.2 Tahapan Penelitian

Proses penelitian yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut:

4.2.1 Merumuskan Latar Belakang

Latar belakang dalam penelitian ini adalah sasaran dari PDAM Delta Tirta Sidoarjo untuk meningkatkan layanan air minumannya. Upaya meningkatkan kualitas layanan air minum adalah dengan meminimalisir kehilangan air. Target kehilangan air PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo adalah 26,49% di tahun 2019. Selain itu, adanya sasaran dari Permen PU untuk kehilangan air maksimal 20%.

4.2.2 Mengidentifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan bentuk mempertajam permasalahan yang akan dibahas. Identifikasi ini dituangkan dalam bentuk rumusan masalah dan tujuan yang ada dalam penelitian ini sendiri. Batasan atau ruang lingkup disajikan untuk membatasi penelitian agar tetap terfokus. Manfaat merupakan hal yang diharapkan bisa didapat dari penyelesaian penelitian ini.

4.2.3 Pengumpulan Data

Aktivitas pengumpulan data berarti mengumpulkan data yang akan digunakan dalam penelitian. Berdasarkan cara pengambilannya, pengumpulan data dibagi menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari survey lapangan oleh peneliti. Data sekunder didapatkan dari PDAM Delta Tirta Kabupaten Sidoarjo yang sudah bekerja sama.

Berikut adalah beberapa data yang dikumpulkan:

1. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari dokumen yang dimiliki oleh PDAM Delta Tirta Sidoarjo, yang relevan digunakan untuk keperluan penelitian setelah mendapatkan izin. Dokumen-dokumen tersebut di antaranya:

- Gambaran umum PDAM Delta Tirta Sidoarjo
Gambaran umum PDAM Delta Tirta Sidoarjo seperti sejarah dan perkembangan PDAM dari tahun ke tahun.
- Cakupan pelayanan PDAM Delta Tirta Sidoarjo
Wilayah yang dilayani oleh PDAM Delta Tirta Sidoarjo dan peta zonasi untuk daerah yang sudah mendapat pelayanan PDAM Kabupaten Sidoarjo.
- Rekapitulasi neraca air di PDAM Delta Tirta Sidoarjo

Rekapitulasi neraca air selama 1 tahun terakhir, yang menunjukkan informasi kehilangan air yang dialami oleh PDAM.

- Kapasitas produksi PDAM Delta Tirta Sidoarjo
Banyaknya air minum yang bisa diproduksi oleh PDAM Delta Tirta Sidoarjo.
- Data pelanggan dan pemakaian air PDAM Delta Tirta Sidoarjo selama 5 tahun terakhir
Data jumlah pelanggan PDAM Delta Tirta Sidoarjo selama 1 tahun terakhir, penambahan jumlah SR, dan jam sibuk pemakaian air oleh pelanggan. Data pelanggan juga termasuk kepuasan pelanggan terhadap PDAM, baik untuk produk airnya atau untuk infrastruktur lain seperti pipa yang kuat dan meter air yang akurat.
- Pendapatan dan tarif air PDAM Delta Tirta Sidoarjo
Dana yang didapatkan oleh PDAM Delta Tirta Sidoarjo dari uang retribusi pelanggan setiap bulannya selama 5 tahun terakhir, serta tarif air PDAM Delta Tirta Sidoarjo untuk berbagai golongan.

2. Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan survey langsung di lapangan. Survey lapangan untuk mencari kehilangan air

a. Survey Ketidakakuratan Meter Air

- Lokasi pengambilan sampel
Pengambilan sampel dilakukan di tempat meter air dipasang di rumah warga yang sudah ditentukan.
- Teknik pengambilan sampel
 - i. Menggunakan ember transparan yang sudah ditandai per 1 L dengan volume 3 L.
 - ii. Melihat angka yang tertera pada meter air.
- Waktu pengambilan sampel
Pengambilan sampel dilaksanakan saat bukan jam sibuk sehingga pembacaan tidak terganggu dengan kenaikan pemakaian air.

b. Output Survey

Output survey adalah adanya data besar ketidakakuratan meter air yang ada di PDAM Cabang Krian.

4.2.4 Pengolahan Data

Data yang sudah terkumpul akan dianalisis dan diproses agar menjadi nilai yang dapat dimasukkan ke dalam *software WB-EasyCalc*.

4.2.5 Penyusunan Neraca Air

Neraca air disusun dari data sekunder dan data primer yang diambil dari hasil survey. Neraca air disusun menggunakan *software WB-EasyCalc*.

a. Menghitung volume input sistem

Menghitung jumlah air yang masuk ke dalam jaringan distribusi dalam satuan m^3 berdasarkan sumber air, dengan memperhitungkan *margin error*. Data diperoleh dari data sekunder dari PDAM Sidoarjo berupa data sumber air dan debit air yang diproduksi.

Jaringan distribusi PDAM Sidoarjo sudah memiliki data yang jelas tentang volume air yang keluar dan masuk untuk sistem distribusi. Nantinya data yang dimasukkan adalah data dari setiap sumber air. Dan untuk air yang keluar, angka akan dimasukkan dalam bentuk negative.

b. Memasukkan data konsumsi berekening

Data diperoleh dari data sekunder melalui PDAM Sidoarjo berupa data pemakaian pelanggan yang tercatat oleh PDAM Sidoarjo serta data penggunaan air untuk keperluan komunal dan operasional yang tak bermeter.

Data konsumsi bermeter berekening didapat dari data tagihan pelanggan yang ada di PDAM. Sementara data konsumsi tak bermeter berekening tidak ada, karena semua pengeluaran diukur baik menggunakan meter ataupun tidak.

c. Memasukkan data konsumsi tak berekening

Data diperoleh dari data sekunder PDAM berupa konsumsi tak bermeter, termasuk konsumsi *bulk water*.

Data konsumsi bermeter tak berekening didapat dari data penggunaan air untuk sumbangan sosial dan keagamaan melalui tanki. Air ini dihitung namun tidak berekening karena tidak ditagih pembayaran.

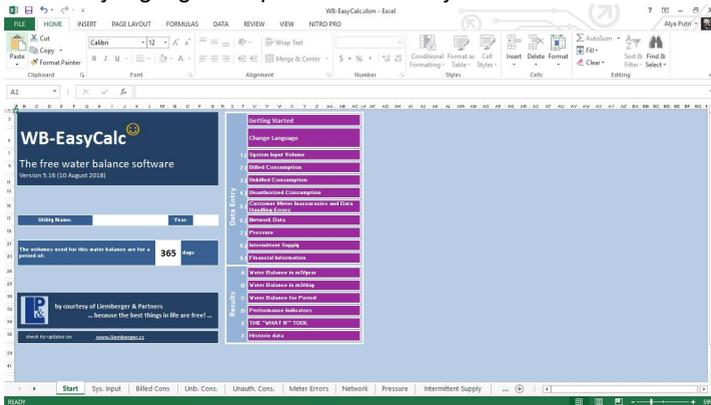
Data konsumsi tak bermeter tak berekening berasal dari *washout*, pemasangan saluran baru, atau penutupan saluran.

Data ini belum bisa diukur secara akurat sehingga hanya bisa diperkirakan.

- d. Memasukkan data konsumsi tak resmi
Data berupa data sekunder sambungan ilegal baik oleh rumah tangga maupun lainnya, dan dapat berupa manipulasi meter air, perusakan pipa, dan lain-lain. Konsumsi dihitung per orang per hari dengan memperhitungkan *error margin*. Konsumsi tidak resmi tidak bisa dihitung karena belum ada metode untuk mendeteksi pemakaian tak resmi secara akurat.
- e. Memasukkan koefisien ketidak-akuratan meter air dan kesalahan penanganan data
Data berupa data sekunder dari pengamatan oleh PDAM, tanpa memperhitungkan *bulk supply*. Kolom ini memasukkan data dari meter air yang sudah terdaftar dengan mempertimbangkan *error margin*.
Data ini berasal dari sistem yang mendeteksi meter air yang bekerja normal dan juga tidak normal.
- f. Memasukkan data jaringan
Data jaringan merupakan data sekunder berupa panjang pipa distribusi, jumlah pelanggan, jumlah sambungan, dan jumlah pelanggan yang tidak aktif, dengan mempertimbangkan *error margin*. Hasil dari kolom ini adalah total panjang sambungan dari PAM ke meter pelanggan dalam satuan kilometer dan meter.
- g. Memasukkan data tekanan rata-rata
Data tekanan rata-rata merupakan data primer yang diambil dari survey meter induk. Data yang dimasukkan adalah jumlah sambungan per zona dan rata-rata tekanan harian dari saluran distribusi.
Tekanan rata-rata cenderung dikurangi saat malam hari untuk mengantisipasi bertambahnya kebocoran yang diakibatkan jarangnya pemakaian.
- h. Memasukkan data *intermittent supply* (jika sistem *intermittent*)
Data berasal dari data sekunder berupa waktu pelayanan yaitu jumlah hari dalam seminggu dan jumlah jam dalam sehari per zona layanan. Hasil dari kolom ini adalah perhitungan rata-rata waktu layanan PDAM secara umum. Sistem distribusi air di PDAM Sidoarjo adalah berkelanjutan sehingga untuk kolom ini tidak diisi.
- i. Memasukkan informasi finansial

Data merupakan data sekunder berupa tarif rata-rata dan juga biaya produksi dan distribusi, sehingga hasilnya merupakan nilai finansial dari kolom-kolom sebelumnya. Kolom ini juga menunjukkan biaya operasional tahunan.

- j. Mendapatkan neraca air
 Dalam kolom ini didapatkan neraca air dengan jumlah dan *error margin*. Neraca air didapatkan dengan satuan $m^3/hari$ dan $m^3/tahun$.
- k. Mendapatkan pengukuran *performance indicator*
 Dalam kolom ini didapatkan nilai kuantitas dari kinerja PDAM berdasarkan kehilangan air, dan menunjukkan penampakan kinerja PDAM dalam pelayanan air.
- l. Melakukan permodelan dengan fitur WHAT IF
 Bersi variabel tekanan rata-rata, waktu layanan rata-rata, wilayah pelayanan, volume air tambahan yang dijual ke pelanggan, kehilangan air fisik, dan kehilangan air non fisik. Dengan menganalisis kehilangan air yang dialami oleh PDAM Sidoarjo, dapat diketahui komponen mana yang berpengaruh paling signifikan atau yang dapat diatasi dalam waktu dekat. Dengan mengubah salah satu atau beberapa variabel dalam kolom WHAT IF, peningkatan performa dari PDAM Sidoarjo akan terlihat. Dari hasil ini, kegiatan penurunan kehilangan air dapat disesuaikan dengan target yang ingin dicapai PDAM Sidoarjo terlebih dahulu.



Gambar 4. 2 Tampilan *Start Software WB-Easycalc*

4.2.6 Kesimpulan dan Saran

1. Penyusunan neraca air PDAM Delta Tirta Sidoarjo
Neraca air akan dihasilkan dari penghitungan komponen-komponen kehilangan air di PDAM Sidoarjo.
2. Nilai kerugian akibat kehilangan air
Jumlah biaya (rupiah) berupa kerugian yang diderita akibat kehilangan air, secara keseluruhan maupun per komponen.
3. Strategi penurunan kehilangan air.
Hal-hal yang dilakukan oleh PDAM untuk mengurangi kehilangan air dan meningkatkan kualitas pelayanan.
4. Saran
Saran berupa komponen kehilangan air apa yang harus diperbaiki terlebih dahulu untuk mencapai target dari PDAM Sidoarjo, informasi *performance indicator* untuk mengukur kinerja PDAM Sidoarjo secara konkrit, serta saran-saran untuk penurunan kehilangan air.

BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini berupa data sekunder. Data sekunder berasal dari Divisi Tingkat Kehilangan Air, Divisi Penelitian dan Pengembangan, Divisi Perencanaan, Divisi Hubungan Pelanggan, dan juga data dari Kantor Cabang Krian. Data yang diperoleh berupa Laporan Tahunan NRW Sidoarjo 2018, Peta Pelayanan PDAM Sidoarjo, Daftar Rekening Ditagih PDAM Sidoarjo 2018, dan data lainnya. Data-data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini berupa data survey lapangan dan wawancara. Hasil survey selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran. Hasil wawancara akan dipaparkan dalam subbab Strategi Penurunan Kehilangan Air.

5.1.1 Peta Pelayanan PDAM Cabang Krian

Cabang Krian melayani sebagian dari kecamatan Krian, Balongbendo, Wonoayu, Tulangan, dan Sidoarjo. Batas pelayanan dari Cabang Krian adalah Cabang Taman di Utara, Cabang Sidoarjo di Timur, dan untuk bagian Selatan dan Barat belum dilayani. Lebih jelasnya dapat dilihat di Gambar 5.1.

5.1.2 Distribusi Air PDAM Cabang Krian

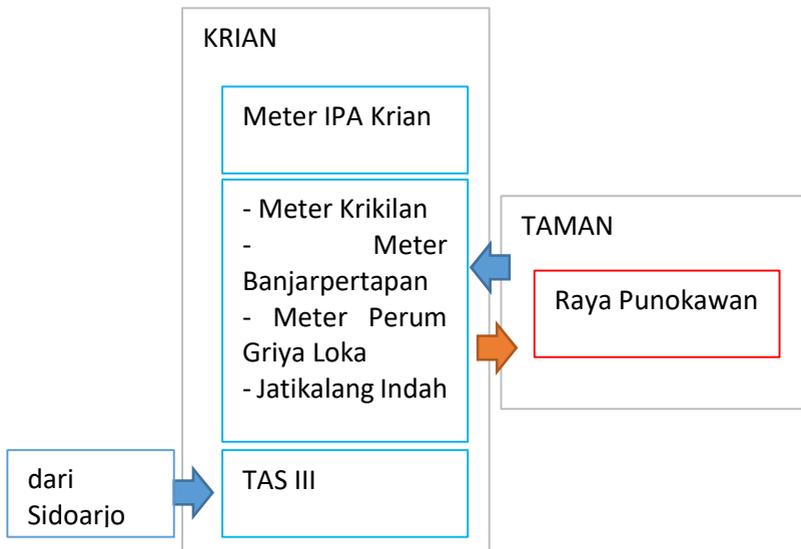
PDAM Cabang Krian mendapatkan pasokan air dari Wilayah Taman dan Sidoarjo, serta dari IPA Krian sendiri. Aliran ini masuk melalui Krikilan, Banjarpertapan, Perumahan Griya Loka, Jatikalang Indah, dan Perumahan Tanggulangin Anggun Sejahtera III. Sementara Cabang Krian juga mendistribusikan air ke Cabang Taman melalui Raya Punokawan. Untuk lebih memahami distribusi air yang masuk dan keluar, selengkapnya dapat dilihat di Tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Sistem Volume Input dan Output PDAM Sidoarjo Cabang Krian

Perpipaan Masuk	Perpipaan Keluar
Meter IPA Krian distribusi ke Krian	Raya Punokawan
Meter Krikilan 150 mm	
Meter Banjarpertapan 200 mm	
Meter Perumahan Griya Loka	
Pemakaian air wilayah Jatikalang Indah	
Pemakaian air wilayah TAS III	

Perpipaan Masuk	Perpipaan Keluar
6	1

Sumber: Laporan Tahunan PDAM Sidoarjo, 2018



Gambar 5. 1 Skema Distribusi Air Daerah Pelayanan Krian
Sumber: Laporan Tahunan PDAM, 2018

Jumlah air yang masuk ke saluran distribusi PDAM Cabang Krian adalah sejumlah 1.210.055 m³ selama setahun, dengan rata-rata volume 100.838 m³ per bulan, atau setara dengan 39 L/s. Air yang termasuk dalam Volume Input ini berasal dari saluran air Krikilan, Banjarpertapan, Perumahan Griya Loka, Jatikalang Indah, dan Perumahan Tanggulangin Anggun Sejahtera III setiap bulan selama satu tahun. Data volume sistem input selengkapnya dapat dilihat di Tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Volume Input PDAM Cabang Krian 2018

Bulan	Air Masuk (m³/bulan)	(L/s)
Januari	103.108	40
Februari	91.002	35

Maret	94.585	36
April	105.304	41
Mei	103.885	40
Juni	105.712	41
Juli	101.228	39
Agustus	94.396	36
September	106.106	41
Oktober	102.473	40
November	106.455	41
Desember	95.801	37
Total 1 Tahun	1.210.055	467
Rata-rata/bulan	100.838	39

Sumber: Laporan Tahunan PDAM 2018

Sementara untuk air yang keluar, PDAM Cabang Krian baru mulai mendistribusikan air keluar melalui Raya Punokawan pada bulan Oktober 2018. Sebelumnya, tidak ada air yang didistribusikan keluar dari PDAM Cabang Krian. Sehingga, untuk jumlah air yang keluar di bulan-bulan sebelum Oktober 2018 adalah nol. Rata-rata air yang keluar untuk PDAM Cabang Krian diambil dari total air yang keluar tiap bulan selama 3 bulan, kemudian dibagi 3. Total air yang didistribusikan keluar pada tahun 2018 adalah 25.487 m³, dengan rata-rata adalah 8.496 m³ per bulan atau 3 L/s. Selengkapnya dapat dilihat di Tabel 5.3.

Tabel 5. 3 Volume Output PDAM Cabang Krian 2018

Bulan	Air Keluar (m ³ /bulan)	(L/s)
Januari	0	-
Februari	0	-
Maret	0	-
April	0	-
Mei	0	-
Juni	0	-
Juli	0	-
Agustus	0	-

Bulan	Air Keluar (m3/bulan)	(L/s)
September	0	-
Oktober	7.903	3
November	8.792	3
Desember	8.792	3
Total 1 Tahun	25.487	10
Rata-rata/bulan	8.496	3

Sumber: Laporan Tahunan PDAM 2018

Air yang terdistribusi di PDAM Krian merupakan air yang masuk ke aliran distribusi dikurangi dengan air yang keluar. Dikarenakan air yang keluar baru dimulai pada bulan Oktober, maka sebelum bulan Oktober, jumlah air yang masuk sama dengan jumlah air yang terdistribusi. Air yang terdistribusi di PDAM Krian adalah sejumlah 1.184.568 m³ per tahun. Rata-rata air yang terdistribusi di PDAM Sidoarjo Cabang Krian adalah 98.714 m³ per bulan. Jumlah air terdistribusi selengkapnya dapat dilihat di Tabel 5.4.

Tabel 5. 4 Volume Air Terdistribusi PDAM Krian 2018

Bulan	Air Masuk	Air Keluar	Air Terdistribusi
Januari	103.108	0	103.108
Februari	91.002	0	91.002
Maret	94.585	0	94.585
April	105.304	0	105.304
Mei	103.885	0	103.885
Juni	105.712	0	105.712
Juli	101.228	0	101.228
Agustus	94.396	0	94.396
September	106.106	0	106.106
Oktober	102.473	7.903	94.570
November	106.455	8.792	97.663
Desember	95.801	8.792	87.009
Total 1 Tahun	1.210.055	25.487	1.184.568
Rata-rata/bulan	100.838	8.496	98.714

Sumber: Laporan Tahunan PDAM 2018

5.1.2 Data Pemakaian Air per Golongan

Data pemakaian air per golongan adalah data pemakaian air yang dicatat dalam data rekening ditagih dan data pemakaian per sambungan. Rata-rata dari pemakaian air per golongan di wilayah Krian untuk tahun 2018 dapat dilihat di Tabel 5.5.

Tabel 5. 5 Pemakaian Air per Golongan Wilayah PDAM Krian Tahun 2018

Golongan	Jumlah Sambungan	Penggunaan Air (m ³)	Rata-rata per sambungan per tahun (m ³)	Persentase Penggunaan Air (%)
1A	6	1.716	286	0,19
1B	0	0	0	0,00
1C	2	1.502	751	0,17
1D	0	0	0	0,00
1E	1	38	38	0,00
2A	0	0	0	0,00
2B	1	0	0	0,00
2C	4.408	752.656	171	85,25
2D	562	77.051	137	8,73
2E	59	9.281	157	1,05
2F	15	2.507	167	0,28
2G	9	6.601	733	0,75
3A	3	401	134	0,05
3B	92	21.650	235	2,45
3C	3	442	147	0,05
3D	3	218	73	0,02
3E	10	5.669	567	0,64
3F	3	3.148	1.049	0,36
total	5.177	882.880	4.646	1

Sumber: Daftar Rekening Ditagih PDAM Sidoarjo Cabang Krian 2018

Berdasarkan Tabel 5.5, dapat dilihat bahwa rata-rata pemakaian terbesar ada pada golongan 3F sebesar 1.049 m³ per tahun, 1C sebesar 751 m³ per tahun, kemudian 2G sebesar 733 m³ per tahun. Golongan 3F di Wilayah Krian adalah pabrik besar, yaitu PT. Terang Fajar dan PT. Surya Plastindo. Golongan 1C di Krian adalah Pondok Pesantren Darul Falah 81 dan Pondok Pesantren Darussalamah. Sedangkan golongan 2G terdiri dari pemakaian untuk Kantor Dinas Kependudukan, Kantor Kelurahan Krian Rumah Potong Unggas, Kantor Kepolisian Sektor Krian, Rumah Intake Jagalan, PDAM Cabang Krian, IPA Krian I, IPA Krian II, dan Boster Wonoayu.

Sedangkan persentase penggunaan air terbesar adalah dari Golongan 2C sebesar 85,25%, Golongan 2D sebesar 8,73%, dan Golongan 3B sebesar 2,45%. Golongan 2C dan 2D merupakan penggunaan rumah tangga. Golongan 3B merupakan penggunaan untuk rumah toko (ruko). Golongan tersebut juga memiliki jumlah pelanggan terbesar, sehingga penggunaan per tahun juga besar.

5.1.3 Data Meter Air Bermasalah

Data meter air bermasalah didapat dari hasil pembacaan meter air setiap bulan oleh petugas PDAM. Data tersebut meliputi jumlah meter normal, tutup/terkunci, rumah kosong buka, ganti meter, buka kembali, cabut, meter macet, meter buram, segel tidak ada / rusak, usulan ganti tarif, pasang baru, stan meter mundur, meter rusak, rumah kosong kunci, stan tunggu, bocor koping meter, meter terlalu dalam, meter tertimbun, meter tidak ada, dan meter terendam. Keterangan untuk masing-masing kategori adalah sebagai berikut:

- Meter normal: meter terbaca dengan baik
- Tutup terkunci: meter terletak di dalam rumah yang terkunci sehingga tidak bisa dibaca; pelanggan dengan rumah tutup terkunci akan dihubungi sehingga bisa ditemui bulan berikutnya
- Rumah kosong buka: meter dari rumah tidak berpenghuni yang bisa dibaca
- Ganti meter: meter pelanggan baru diganti
- Buka kembali: pelanggan mencabut layanan PDAM sebelumnya namun ingin berlangganan kembali
- Cabut: layanan PDAM untuk pelanggan tersebut akan dihentikan
- Meter macet: jarum meter berhenti berputar, tetapi kadang masih bergerak
- Meter buram: kaca meter rusak atau kotor sehingga angka pada meter tidak terbaca
- Segel tidak ada / rusak: segel pada meter air tidak ada / rusak
- Usulan ganti tarif: tarif pelanggan diusulkan untuk diganti
- Pasang baru: meter pelanggan baru dipasang
- Stan meter mundur: angka meter lebih kecil daripada pembacaan sebelumnya

- Meter rusak: meter rusak dan harus diganti
- Rumah kosong kunci: rumah tidak berpenghuni dengan meter di dalam rumah yang terkunci
- Stan tunggu: pembacaan meter melalui papan yang dipasang oleh pelanggan sehingga angka penggunaan riil kurang dari angka di administrasi
- Bocor kopling meter: bocor pada saluran penghubung dengan pipa dinas
- Meter terlalu dalam: meter diletakkan terlalu dalam sehingga susah dibaca
- Meter tertimbun: meter tertutup tanah atau bahan lainnya sehingga tidak bisa terbaca
- Meter tidak ada: pelanggan sudah mendaftar untuk berlangganan namun meter belum terpasang
- Meter terendam: rumah meter air terendam sehingga meter tidak terbaca

Contoh data meter air bermasalah dapat dilihat pada Tabel 5.6 di bawah ini.

Tabel 5. 6 Data Meter Air Bermasalah PDAM Krian Desember 2018

No	Uraian	Jumlah
1	Normal	4.936
2	Tutup / Terkunci	35
3	Rumah Kosong Buka	1
4	Ganti Meter	13
5	Buka Kembali	10
6	Cabut	1
7	Meter Macet	12
8	Meter Buram	0
9	Segel Tidak Ada/Rusak	0
10	Usulan Ganti Tarif	0
11	Pasang Baru	38
12	Stan Meter Mundur	0
13	Meter Rusak	1
14	Rumah Kosong Kunci	23
15	Stan Tunggu	3

No	Uraian	Jumlah
16	Bocor Kopling Meter	0
17	Meter Terlalu Dalam	0
18	Meter Tertimbun	1
19	Meter Tidak Ada	7
20	Meter Terendam	1

Sumber: Dokumen Tim Kehilangan Air PDAM Krian, 2018

5.2 Kehilangan Air

Kehilangan air yang dimaksud dalam bab ini adalah selisih dari air yang terdistribusi dengan air yang terjual. Air yang terjual merupakan konsumsi resmi yang dibayarkan oleh pelanggan, dan sudah tercatat oleh PDAM. Air terjual juga dapat disebut air bermeter berekening. Dalam Tabel 5.5 tertulis data selengkapnya untuk air terdistribusi, air terjual, jumlah kehilangan air, dan persen kehilangan air setiap bulan selama Tahun 2018.

Tabel 5. 7 Kehilangan Air PDAM Krian 2018

Bulan	Air Terdistribusi (m ³)	Air Terjual (m ³)	Kehilangan Air (m ³)	Kehilangan Air %
Januari	103,108	69,425	33,683	32.7
Februari	91,002	70,328	20,674	22.7
Maret	94,585	64,109	30,476	32.2
April	105,304	75,880	29,424	27.9
Mei	103,885	74,712	29,173	28.1
Juni	105,712	72,029	33,683	31.9
Juli	101,228	72,957	28,271	27.9
Agustus	94,396	74,950	19,446	20.6
September	106,106	76,905	29,201	27.5
Oktober	94,570	74,832	19,738	20.9
November	97,663	77,289	20,374	20.9
Desember	87,009	74,464	12,545	14.4
Total 1 Tahun	1,184,568	877,880	306,688	-

Bulan	Air Terdistribusi (m ³)	Air Terjual (m ³)	Kehilangan Air (m ³)	Kehilangan Air %
Rata-rata/bulan	98,714	73,157	25,557	26

Sumber: Laporan Tahunan PDAM 2018

5.3 Konsumsi Air Tak Berekening

Konsumsi air tak berekening di PDAM Cabang Krian meliputi konsumsi bermeter tak berekening, dan konsumsi tak bermeter tak berekening. Konsumsi bermeter tak berekening yang ada di PDAM Krian berupa bantuan air tanki untuk kegiatan sosial seperti pengajian dan perkumpulan warga, dan juga bantuan bagi warga yang mengalami air mati. Bantuan ini didistribusikan dalam truk tanki dengan volume 4 m³. Contoh truk air dapat dilihat dalam Gambar 5.3. Dalam tahun 2018, terdapat 12 m³ bantuan air tanki di PDAM Cabang Krian (Dokumen PDAM, 2018).



Gambar 5. 2 Tanki Air PDAM
Sumber: Dokumentasi

Konsumsi air tak bermeter tak berekening berupa konsumsi untuk *wash out*, yaitu konsumsi air untuk membersihkan pipa dari endapan atau biasa disebut juga *flushing*. Selain itu, ada juga konsumsi untuk pasang baru, yaitu ketika terdapat sambungan baru yang dipasang namun meter belum terpasang. Konsumsi untuk pasang baru ini belum dapat diukur sehingga tidak terdapat data untuk konsumsi pasang baru.

Penggunaan *wash out* PDAM Cabang Krian tercatat dalam dokumen berisi durasi dan diameter setiap kegiatan *wash out*, sehingga volume air yang hilang bisa diasumsi dengan menggunakan kecepatan rata-rata yaitu 0,4 m/detik. Contoh perhitungan dapat dilihat di bawah ini:

Volume yang hilang

= kecepatan rata-rata x luas permukaan pipa (m²) x durasi (detik)

= 0,4 x 3,14 x (diameter pipa / 2 / 1.000)² x durasi x 60

Tabel 5. 8 Data Washout PDAM Krian 2018

No	Bulan	Volume (m ³)
1	Januari	135,78
2	Februari	121,82
3	Maret	101,44
4	April	243,53
5	Mei	300,03
6	Juni	40,84
7	Juli	223,24
8	Agustus	291,53
9	September	259,13
10	Oktober	263,89
11	November	369,88
12	Desember	253,52
	Total	2.604,62

Jumlah penggunaah *wash out* selama Tahun 2018 adalah sebanyak 2.604,62 m³, dengan rata-rata penggunaan air untuk *wash out* sebanyak 217,05 m³ per bulan. Data kegiatan *wash out* PDAM Cabang Krian 2018 selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran C.

5.4 Konsumsi Tidak Resmi

Konsumsi tidak resmi yang dimaksudkan disini adalah konsumsi yang tidak tercatat dan tidak dibayar oleh pelanggan. Konsumsi tidak resmi juga bisa disebut pencurian air. Tetapi, PDAM tidak memiliki data untuk konsumsi tidak resmi ini. PDAM sendiri belum bisa melakukan tindak deteksi untuk adanya konsumsi tidak resmi. Kejadian seperti perusakan meter atau pencurian sambungan hanya ditemukan jika ada yang melapor atau kebetulan terlihat oleh petugas. Pada tahun 2018, tidak ditemukan kejadian konsumsi tak resmi.

Namun, berdasarkan IWA & AWWA Water Audit & Water Balance, 2008, konsumsi tidak resmi dapat diasumsi, yaitu sebesar 0,5% dari keseluruhan sambungan rumah, dengan asumsi kesalahan 100%. Sehingga, asumsi jumlah konsumsi tidak resmi PDAM Krian adalah sebesar 25,885 atau 26 sambungan rumah.

5.5 Kehilangan Air Non Fisik

Kehilangan air non fisik yang dimaksud adalah kehilangan air karena konsumsi tidak resmi, ketidakakuratan meter air, dan kesalahan penanganan data.

5.5.1 Ketidakakuratan Meter Air

Meter air dapat menjadi tidak akurat karena mekanisme meter itu sendiri, seperti jarum yang berputar terlalu cepat atau terlalu lambat. Jarum yang berputar terlalu cepat menyebabkan penggunaan air tercatat lebih banyak daripada yang sebenarnya dipakai, sehingga meter tersebut merugikan pelanggan. Sebaliknya, jarum yang berputar terlalu lambat mencatat penggunaan air lebih sedikit daripada yang seharusnya, sehingga merugikan PDAM.

Dalam penelitian ini, diadakan survey terhadap meter air pelanggan dari sampel random dalam wilayah pelayanan PDAM Krian. Berdasarkan tabel survey dari Chakrapani, 1992 dalam IWA & AWWA Water Audit & Water Balance, sampel yang diperlukan untuk melakukan survey dengan ketelitian 10% dalam populasi 5.000 – 10.000 adalah 94 sampel. Ketelitian 10% diambil karena sudah sesuai dengan batas untuk penelitian. Tabel dapat dilihat dalam Tabel 5.6. Metode survey adalah dengan menadahi air ke dalam wadah berukuran 1 L. Jarum meter sebelum dan sesudah keran air dibuka dicatat. Percobaan diulang sebanyak 3 kali, jadi, digunakan 3 L air pelanggan untuk setiap sampel. Hasil survey selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran B dan C.

Tabel 5. 9 Tabel Jumlah Sampel untuk Survey

Sumber: Chakrapani, 1992, dalam IWA & AWWA Water Audit & Water Balance, 2008.

Hasil survey menyatakan, dari 94 sampel, 66 meter air adalah akurat (70,21%), 20 meter air lebih cepat daripada sebenarnya (21,28%), dan 8 meter air lebih lambat daripada sebenarnya (8,51%). Ini menandakan bahwa sebagian besar meter akurat, dan jumlah meter air yang merugikan pelanggan lebih banyak daripada jumlah meter air yang merugikan PDAM. Namun, karena dalam menggunakan WB-EasyCalc hanya jumlah yang merugikan PDAM yang bisa dihitung, maka untuk data yang jumlahnya merugikan pelanggan diabaikan.

Tabel 5. 10 Hasil Survey Keakuratan Meter Air

Interpretasi Data	Jumlah
Akurat	66
Jarum lebih cepat	20
Jarum lebih lambat	8
Total	94

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa persen ketidakakuratan meter yang merugikan PDAM adalah sebanyak 8,51%. Untuk menghitung ketidakakuratan secara keseluruhan, persen tersebut dikalikan dengan jumlah SR pelanggan PDAM Krian, yaitu 5.177 SR. Sehingga, jumlah meter yang tidak akurat di wilayah Krian adalah

$$8,51\% \times 5.177 = 441 \text{ SR}$$

Selain dengan survey, terdapat juga Data Meter Air Bermasalah yang dicatat oleh PDAM Krian. Data yang dapat dikategorikan sebagai meter yang tidak akurat, yaitu meter macet, meter buram, meter mundur, meter rusak, meter tertimbun, dan meter terendam. Dari data tersebut, terdapat sebanyak 40 SR yang bermasalah di wilayah pelayanan Krian.

Jumlah SR yang tidak akurat secara keseluruhan dapat diperoleh dengan menjumlahkan kedua data tersebut. Kemudian, untuk memperoleh persen dari ketidakakuratan meter air, total sambungan bermasalah dibagi dengan total sambungan Krian. Dari persen tersebut, dapat diketahui volume air yang hilang karena ketidakakuratan meter air, yaitu dengan mengalikan persen dengan jumlah konsumsi bermeter berekening.

$$441 + 40 = 481 \text{ SR}$$

$$\% \text{ meter tidak akurat} = \frac{481}{5.177} = 9,29\%$$

$$\text{Volume air hilang} = 9,29\% \times 877.880 \text{ m}^3 = 81.564,7 \text{ m}^3$$

5.5.2 Kesalahan Penanganan Data

Kesalahan penanganan data merupakan kesalahan yang dilakukan oleh petugas PDAM dalam proses memasukkan maupun mengolah data. Kesalahan ini didapatkan dari data meter air bermasalah PDAM Krian. Data dari data meter air bermasalah yang dapat dikategorikan sebagai kesalahan penanganan data adalah meter dengan keterangan rumah kosong kunci, stan tunggu, dan meter terlalu dalam.

Jumlah sambungan yang bermasalah dalam penanganan data di wilayah Krian adalah 120 SR. Maka, persentase kesalahan penanganan data adalah 120 SR dibagi dengan jumlah SR wilayah Krian, yaitu 5.177 SR.

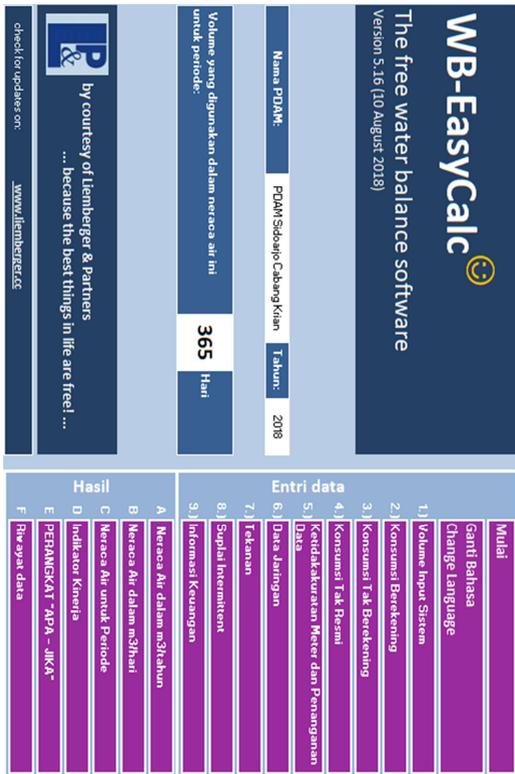
$$\% \text{ kesalahan penanganan data} = \frac{120}{5.177} = 2,32\%$$

$$\text{Volume air hilang} = 2,32\% \times 877.880 \text{ m}^3 = 20.349 \text{ m}^3$$

5.6 Neraca Air & EasyCalc

Penelitian ini menggunakan software WB-Easycalc yang merupakan *software* bebas dari World Bank dan dapat diakses di www.liemberger.cc. Program ini berbasis *spreadsheet* dan dapat digunakan untuk membuat neraca air dengan mudah. Penelitian ini dilakukan untuk kurun waktu 1 tahun, maka ditulis 365 hari pada kolom

periode. Gambar untuk bagian depan EasyCalc dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5. 3 Tampilan Depan WB-Easycalc

5.6.1 System Input Volume

Langkah penggunaan *EasyCalc*, pertama adalah dengan memasukkan System Input Volume, yaitu jumlah air yang didistribusikan. Data untuk Input Volume berisi air yang terdistribusi seperti pada subbab 5.1. *Error Margin* ditentukan sebanyak 1%, berdasarkan pada ketelitian meter induk rata-rata, sesuai dengan IWA / AWWA Water Audit & Water Balance, 2008. Data selengkapnya dapat dilihat di subbab 5.1. Ilustrasi dalam *software* dapat dilihat dalam Gambar 5.5.

Volume Input Sistem		
Sumber Air	[m3]	Margin Error [+/- %]
Meter IPA Krian distribusi ke Krian	508.988	1,0%
Meter Krikilan 150 mm	7.036	1,0%
Meter Banjarpertapan 200 mm	330.091	1,0%
Meter Perumahan Griya Loka	52.369	1,0%
Pemakaian air wilayah Jatikalang Indah	17.641	1,0%
Pemakaian air wilayah TAS III	293.964	1,0%
Raya Punokawan	- 25.487	1,0%
Margin Error [+/-]		0,6%
Volume Input Sistem [m3]		
Minimum	1.177.833	
Maksimum	1.191.371	
Estimasi Terbaik	1.184.602	

Gambar 5. 4 Data Volume Input Sistem

5.6.2 Konsumsi Berekening

Di bagian berikutnya, terdapat data untuk konsumsi bermeter berekening. Bagian ini berisi konsumsi bermeter berekening yang diambil dari Laporan Tahunan PDAM Kabupaten Sidoarjo 2018. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 5.6. Konsumsi tak bermeter berekening dapat dikosongkan karena tidak terdapat konsumsi tak bermeter di PDAM Cabang Krian.

Konsumsi Bermeter Tak Berekening	
Deskripsi	[m3]
Suplai Air Curah (ekspor)	
Bantuan Air Tanki	12
Konsumsi Bermeter Tak Berekening	
	[m3] 12

Gambar 5. 7 Data Konsumsi Bermeter Tak Berekening

Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening		
Deskripsi	[m3]	Margin Error [+/- %]
Wash Out	2.604	30,0%
Pasang Baru		
Perbaikan Pipa		
Margin Error [+/-]		30,0%
Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening		
[m3]		
Minimum	1.823	
Maksimum	3.385	
Estimasi Terbaik	2.604	

Gambar 5. 6 Data Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening

5.6.3 Konsumsi Tak Resmi

Konsumsi tak resmi merupakan data dari sambungan ilegal maupun sambungan yang tidak tercatat. Sesuai dengan yang terdapat dalam subbab 5.4, konsumsi tidak resmi diasumsikan sebanyak 0,5% dari total populasi, yaitu 26 SR. Konsumsi (liter/orang/hari) didapatkan dari jumlah pemakaian selama setahun, kemudian dibagi dengan jumlah sambungan dan dibagi lagi dengan satuan waktu. 1 SR diasumsikan berisi 4 orang sesuai rata-rata orang per rumah tangga (BPS, 2018).

$$\text{Konsumsi per orang per hari} = \frac{\frac{887.880}{5.177 \times 4} \times 1.000}{365} = 117 \text{ L / orang / hari}$$

Error margin untuk konsumsi tak resmi adalah 100%, sesuai dengan sesuai dengan IWA / AWWA Water Audit & Water Balance, 2008, karena konsumsi tak resmi sulit diasumsikan.

Konsumsi Tak Resmi		
Deskripsi	Estimasi Jumlah	Margin Error [+/- %]
Sambungan tak resmi- rumah tangga	26	100%
Jumlah orang per Rumah Tangga	Konsumsi [liter/orang/hari]	Total [m3]
4,0	117	4.441
Konsumsi Tak Resmi [m3]		
Minimum	-	
Maksimum	8.883	
Estimasi Terbaik	4.441	

Gambar 5. 8 Data Konsumsi Tak Resmi

5.6.4 Meter Error

Bagian *meter error* diisi dengan ketidakakuratan meter air sesuai dengan yang sudah dibahas pada subbab 5.5. Data yang dimasukkan adalah persen kehilangan air dari ketidakakuratan meter air, yaitu 9,3%. *Error margin* yang digunakan adalah 10% sesuai dengan tingkat ketelitian survey yang dilakukan.

Kecurangan bacaan meter diisi 0% karena PDAM Cabang Krian sudah memiliki sistem untuk pembacaan meter air, yaitu dengan aplikasi SMART. Aplikasi SMART ini mengharuskan pembaca meter untuk

langsung mencatat dan memfoto meter air pelanggan, untuk kemudian langsung dikirim pada *database* di PDAM. Pembacaan meter harus berurutan sesuai dengan data dalam aplikasi, dan data yang dikirim diawasi oleh pengawas sebelum disetujui dan dimasukkan ke dalam *database* dan menjadi tagihan pelanggan. Adanya sistem ini membuat kecurangan pembacaan meter sangat sulit dilakukan, sehingga faktor kecurangan dianggap 0%.

Angka yang dimasukkan untuk kesalahan penanganan data adalah volume dalam m³ yang diasumsikan hilang akibat kesalahan penanganan data seperti yang sudah dibahas pada subbab 5.5, yaitu 20.349 m³. *Error margin* adalah 10% sesuai dengan dengan IWA / AWWA Water Audit & Water Balance, 2008.

Ketidakakuratan Meter dan Penanganan Data		
Deskripsi	Total [m3]	Pencatatan Meter Lebih Rendah (meter under-registration)
Konsumsi Bermeter Berekening (tanpa Suplai Air Curah)	877.880	9,3%
Total [m3]	89.907	Margin Error [+/- %]
		10%
Kesalahan Penanganan Data (kantor)	20.349	10%
Margin Error [+/-]		8,4%
Ketidakkuratan Meter dan Penanganan Data		
Minimum	101.038	
Maksimum	119.475	
Estimasi Terbaik	110.256	

Gambar 5. 9 Data Ketidakkuratan Meter dan Penanganan Data

5.6.5 Kehilangan Air Fisik

Kehilangan air fisik ditentukan dengan mengurangi total kehilangan air dengan jumlah kehilangan air non-fisik, yaitu sebesar 180.771 m³ per tahun.

5.6.6 Data Teknis

Bagian *network* atau jaringan diisi dengan data panjang pipa distribusi dan transmisi, panjang rata-rata pipa dinas, serta jumlah sambungan. Sesuai dengan data dari PDAM Cabang Krian, panjang pipa distribusi adalah 183 km, dengan panjang rata-rata pipa dinas adalah 5 m. Jumlah sambungan adalah 5.177 SR. Bagian *pressure* atau tekanan diisi dengan data tekanan rata-rata pipa distribusi di PDAM Cabang Krian, yaitu 15 meter air. Bagian *intermittent supply* atau suplai bergilir dikosongkan karena pelayanan dari PDAM Cabang Krian adalah 24 jam. Data teknis ini akan dijadikan tolok ukur untuk Indikator Kinerja dari *EasyCalc*.

Pipa Distribusi dan Transmisi	
Deskripsi	Panjang [km]
7,5 cm	97,0
5 cm	86,0
Total [km]	183,0
Kemungkinan di Bawah Taksiran	
Panjang Pipa [km]	
Minimum	183,0
Maksimum	183,0
Estimasi Terbaik	183,0

Gambar 5. 10 Data Pipa Distribusi dan Transmisi

Pipa Dinas		
Deskripsi	Jumlah	Margin Error [+/- %]
Jumlah Pelanggan (aktif)	5.177	2,0%
Jumlah Sambungan Pelanggan Terdaftar Catatan: angka ini biasanya lebih kecil daripada jumlah pelanggan	5.177	2%
Jumlah pelanggan yang tidak aktif dengan pipa dinas yang ada		
Estimasi Jumlah Sambungan Ilegal	26	100,0%
Margin Error [+/-]		2%
Jumlah Sambungan		
Minimum	5.096	
Maksimum	5.310	
Estimasi Terbaik	5.203	

Gambar 5. 11 Data Pipa Dinas

5.6.7 Finansial

Bagian finansial diisi dengan data finansial dari PDAM Cabang Krian, meliputi tarif rata-rata per m³ dan juga biaya produksi dan distribusi air per m³. Tarif rata-rata per m³ didapatkan dari penghasilan PDAM Cabang Krian selama setahun, kemudian dibagi dengan jumlah penggunaan selama setahun. Hasilnya adalah 6.734 rupiah per m³. Biaya produksi sesuai dengan data dari PDAM Cabang Krian adalah 5.612 rupiah per m³.

Biaya tersebut dikalikan dengan data yang sudah dimasukkan sehingga terdapat hasil sebagai berikut:

Biaya untuk konsumsi bermeter tak berekening sebesar Rp 80.808,00 per tahun.

Biaya untuk konsumsi tak bermeter tak berekening sebesar Rp 75.696.894,00 per tahun.

Biaya untuk kehilangan air non fisik sebesar Rp 772.374.814,00 per tahun.

Biaya untuk ketidakakuratan meter dan penanganan data sebesar Rp 742.466.965,00 per tahun.

Biaya untuk konsumsi tak resmi sebesar Rp 29.907.849,00 per tahun.

Biaya untuk kehilangan air fisik sebesar Rp 1.014.488.117,00 per tahun.

Nilai total air tak berekening sebesar Rp 1.862.640.633,00 per tahun.

5.6.8 Neraca Air

Neraca air merupakan hasil dari perhitungan proses yang sudah dilalui. Neraca air ini merupakan hasil perhitungan per tahun dan menyatakan jumlah dari kehilangan air PDAM Sidoarjo Cabang Krian dalam periode 2018. Neraca air disajikan dalam bentuk volume (m^3). Kemudian data % didapatkan dari membagi masing-masing komponen kehilangan air dengan total kehilangan air.

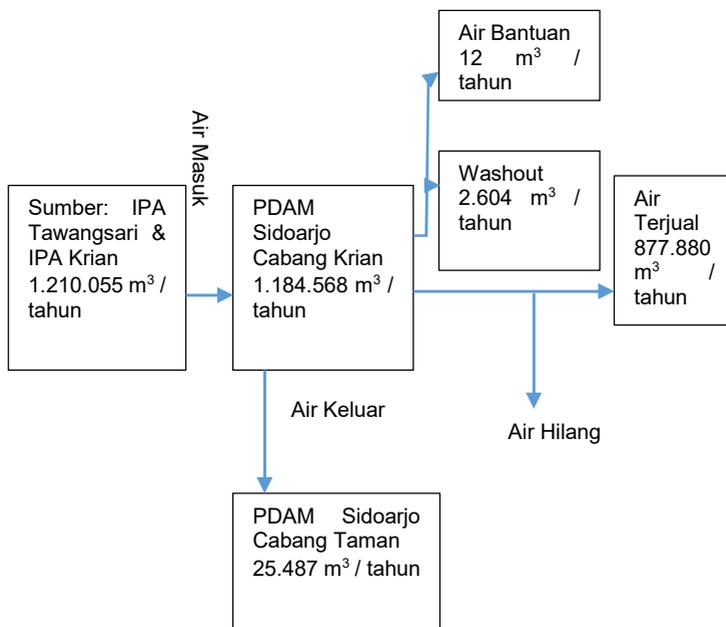
Dalam neraca air, dapat dilihat masing-masing komponen kehilangan air beserta jumlahnya, yaitu:

- Konsumsi resmi berekening: 877.880 m^3 /tahun
- Kehilangan air: 295.469 m^3 /tahun
- Konsumsi resmi tak berekening: 11.253 m^3 /tahun
 - Konsumsi bermeter tak berekening: 12 m^3 /tahun (0,004%)
 - Konsumsi tak bermeter tak berekening: 2.616 m^3 /tahun (0,9%)
- Kehilangan air non-fisik: 114.698 m^3 /tahun
 - Konsumsi tak resmi: 4.441 m^3 /tahun (1,5%)
 - Ketidakakuratan meter dan kesalahan penanganan data 110.256 m^3 /tahun (36,3%)
- Kehilangan air fisik: 189.408 m^3 /tahun (62,3%)

Neraca Air dalam m³/tahun

Volume Input Sistem 1.184.602 m ³ /tahun Margin Error [+/-] 0,6%	Konsumsi Resmi 880.496 m ³ /year Margin Error [+/-] 0,1%	Konsumsi Resmi Berekening 877.880 m ³ /tahun	Konsumsi Bermeter Berekening 877.880 m ³ /year	Air Berekening 877.880 m ³ /tahun
	Kehilangan Air 304.106 m ³ /tahun Margin Error [+/-] 2,2%	Konsumsi Resmi Tak Berekening 2.616 m ³ /year Margin Error [+/-] 29,9%	Konsumsi Resmi Tak Berekening 12 m ³ /year	Konsumsi Bermeter Tak Berekening 12 m ³ /year
Kehilangan Air Non-Fisik 114.698 m ³ /year Margin Error [+/-] 8,9%		Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening 2.604 m ³ /year Margin Error [+/-] 30,0%	Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening 2.604 m ³ /year Margin Error [+/-] 30,0%	
		Konsumsi Tak Resmi 4.441 m ³ /year Margin Error [+/-] 100,0%	Konsumsi Tak Resmi 4.441 m ³ /year Margin Error [+/-] 100,0%	
Kehilangan Air Fisik 189.408 m ³ /year Margin Error [+/-] 6,5%		Ketidakakuratan Meter dan Penanganan Data 110.256 m ³ /year Margin Error [+/-] 8,4%		Kehilangan Air Fisik 189.408 m ³ /year Margin Error [+/-] 6,5%

Gambar 5. 12 Neraca Air dalam m³/tahun



Bagan 5. 1 Skema Neraca Air PDAM Sidoarjo Cabang Krian

5.7 Biaya Kehilangan Air

Skema tarif air yang digunakan oleh PDAM Kabupaten Sidoarjo adalah sama untuk setiap cabang. Dalam hal ini, tarif air Sidoarjo masih menggunakan skema untuk 2014, dan belum ada kenaikan tarif air sejak itu. Selain untuk tarif air, ada juga biaya retribusi administrasi sebesar 6.500 rupiah yang dibebankan pada pelanggan.

Tabel 5. 11 Skema Tarif Air PDAM Delta Tirta Sidoarjo

Golongan Pelanggan	Keterangan
IA	Tempat Ibadah
IB	Tempat ibadah beserta Yayasan & TPQ
	Yayasan Panti Asuhan / Jompo Penderita Cacat
	Rumah Yayasan Panti Sosial

IC	Pondok Pesantren
ID	Puskesmas Pembantu
IE	Puskesmas dengan Fasilitas Rawat Inap
IIA	Rumah Tangga dengan daya listrik 450 Watt, NJOP ≤ 60 s/d 100 jt, luas bangunan ≤ 36 m ²
IIB	Rumah Tangga dengan daya listrik 900 Watt, NJOP >60 s/d 100 jt, luas bangunan 36 s/d 45m ²
IIC	Rumah Tangga dengan daya listrik 900 s/d 1300 Watt, NJOP >100 s/d 200 jt, luas bangunan 45 s/d 90m ²
IID	Rumah Tangga dengan daya listrik 1300 s/d 2200 Watt, NJOP >200 s/d 400 jt, luas bangunan >90 s/d 200 m ²
	Rumah berniaga
IIE	Rumah Tangga dengan daya listrik >2200 Watt, NJOP >400 jt, luas bangunan >200 s/d 400 m ²
IIF	Rumah Tangga dengan daya listrik >2200 Watt, NJOP >400 jt, luas bangunan >400 m ²
IIG	Asrama / Instansi Pemerinta
	Asrama / Instansi TNI dan Polri
	Balai RT/RW
IIIA	Hidran Umum
	Lembaga Non Departemen
	Poliklinik / Rumah Sakit Ibu dan Anak
	Tempat Kost, Pegadaian
	Sekolah, Lembaga Pendidikan
	Pondok Pesantren Modern
	Laundry, Fotocopy
IIIB	Perguruan Tinggi
	Klinik Swasta, Rumah Sakit Pemerintah
	Praktek Dokter
	Pertokoan, Ruko, Foto Studio, Kafe

	Bengkel Sepeda Motor
	Cuci Mobil
	Usaha Koperasi
	Biro Jasa
	Panti Pijat
	Usaha Kebugaran Jasmani
	Gedung Kesenian
	Laboratorium, Apotik, Optik
	Karaoke / Rumah Bioskop
	Radio Swasta / Media Elektronik
	Gedung Olahraga Swasta
IIIC	Industri Kecil
	Bengkel Mobil
	Penginapan / Homestay
	Bioskop
	Rumah Sakit Swasta
IIID	Restoran, Supermarket
	Dealer Kendaraan Bermotor
	Kantor Lembaga Bantuan Hukum
	Kantor Notaris / KA / PPAT
	Konsultan, Kantor Real Estate
	Firma, CV, PT, Pergudangan (Swasta)
	Usaha Penjualan Air
	Tempat Rekreasi
IIIE	Plaza, Pasar Induk, Peternakan
	BUMN dan BUMD
	Terminal AKDP / AKAP
	SPBU Pertamina
	Bank
	Lembaga Keuangan Non Bank

IIIF	Hotel
	Industri Besar, Industri Periklanan
	Kolam Renang
	Pabrik Gudang Pendingin (Cold Storage)
IIIG	Bandar Udara / Pelabuhan Laut

Sumber: Peraturan Bupati Sidoarjo No.30 Tahun 2014

Berdasarkan tarif yang ada, dapat disimpulkan bahwa tarif rata-rata dari golongan rumah tangga untuk PDAM Kabupaten Sidoarjo adalah Rp 6.734,00 / m³.

Berdasarkan tarif tersebut, biaya kehilangan air untuk PDAM Cabang Krian adalah sebagai berikut:

Biaya untuk konsumsi bermeter tak berekening sebesar Rp 80.808,00 per tahun.

Biaya untuk konsumsi tak bermeter tak berekening sebesar Rp 75.696.894,00 per tahun.

Biaya untuk kehilangan air non fisik sebesar Rp 772.374.814,00 per tahun.

Biaya untuk ketidakakuratan meter dan penanganan data sebesar Rp 742.466.965,00 per tahun.

Biaya untuk konsumsi tak resmi sebesar Rp 29.907.849,00 per tahun.

Biaya untuk kehilangan air fisik sebesar Rp 1.014.488.117,00 per tahun.

Nilai total air tak berekening sebesar Rp 1.862.640.633,00 per tahun.

5.8 Indikator Kinerja (*Performance Appraisal*)

Indikator kinerja adalah sebuah penanda atau nilai dari suatu pekerjaan. Dalam penelitian ini, indikator kinerja milik PDAM Cabang Krian diukur dalam bentuk ILI (*Infrastructure Leakage Index*). ILI sendiri adalah indeks pengukuran seberapa besar kebocoran pipa dari suatu perusahaan penyedia air daerah. Nilai dari ILI menunjukkan perbandingan kualitas badan penyedia air tersebut dengan kualitas badan penyedia air internasional. Dari nilai tersebut, terdapat juga saran untuk hal-hal yang harus segera dilakukan agar kualitas penyediaan air dapat meningkat.

Berdasarkan data sebelumnya, diketahui bahwa CAPL atau volume tahunan kehilangan air fisik adalah 495 m³/hari dan MAPL atau volume minimum kehilangan air yang dapat dicapai adalah 122 m³/hari. Nilai ILI adalah CAPL dibagi dengan MAPL, yaitu 4, dengan rata-rata 95 L per sambungan per hari dan 6 liter per sambungan per hari per meter tekanan. Dengan nilai tersebut, untuk negara berkembang, skor PDAM Cabang Krian adalah B untuk situasi negara sedang berkembang.

Berdasarkan skor tersebut, penjelasan dari *EasyCalc* sendiri adalah potensial untuk dilakukan perbaikan, rekomendasi pengaturan

tekanan, penanganan kebocoran secara aktif, dan peningkatan pemeliharaan jaringan.

Sedangkan untuk indikator kehilangan air non fisik, volume air tak berekening dinyatakan dalam % dari Volume Input System adalah 26%. Nilai air tak berekening dinyatakan dalam % dari biaya operasional tahunan adalah 461%. Kehilangan air non fisik sebesar 162 liter per sambungan per hari. Dengan nilai tersebut, skor untuk PDAM Cabang Krian adalah B untuk situasi negara sedang berkembang.

Berdasarkan skor tersebut, rekomendasi dari *EasyCalc* adalah potensi perbaikan, yaitu rekomendasi menyusun neraca air untuk menghitung komponen ATR, mempertimbangkan pengelolaan tekanan, menerapkan pengendalian kebocoran secara aktif, pemeliharaan jaringan yang baik, memperbaiki pengelolaan pembacaan meter, serta meninjau pembacaan meter, pengelolaan data, dan proses penagihan dan identifikasi perbaikan yang potensial.

5.9 Strategi Penurunan Kehilangan Air

5.9.1 Wawancara dengan Petugas PDAM

PDAM Delta Tirta Sidoarjo memiliki Divisi bernama Divisi Tingkat Kehilangan Air yang berfokus untuk mengurangi kehilangan air yang dialami oleh PDAM Sidoarjo secara keseluruhan. Dengan tim ini, diharapkan kehilangan air dapat diturunkan semaksimal mungkin hingga kurang dari 20% sebagaimana Peraturan Menteri. Strategi yang direncanakan oleh Divisi TKA PDAM Sidoarjo dibagi menjadi 2, yaitu strategi untuk kehilangan air fisik dan kehilangan air non fisik.

Usaha PDAM Delta Tirta sendiri dalam meminimalisir kebocoran adalah sebagai berikut:

- Pengecekan pipa pada malam hari sebanyak 2 (dua) kali per bulan. Pengecekan pada malam hari ini dilakukan karena pada malam hari penggunaan air tidak banyak dan bunyi-bunyi bising aktivitas juga tidak banyak. Pengecekan malam memudahkan petugas untuk mengetahui letak kebocoran.

- Pemantauan melalui keluhan pelanggan. PDAM Sidoarjo juga selalu mendengarkan keluhan dari pelanggan apabila ada aliran air yang bermasalah. Jika penyebabnya adalah kebocoran, maka akan ditangani segera dengan perbaikan atau penggantian pipa. Dalam hal ini, apabila kebocoran ditemukan pada pipa berdiameter lebih dari 3 dim, maka tim yang menangani adalah tim PDAM Kabupaten Sidoarjo. Sementara jika pipa berdiameter 3 dim atau kurang, kebocoran akan diatasi oleh tim dari cabang yang bersangkutan.

PDAM juga sudah memiliki DMA (District Metered Area) untuk Kabupaten Sidoarjo, untuk memudahkan pengawasan kebocoran. Namun, sayangnya, pembacaan meter untuk DMA belum efektif di semua tempat. Di Cabang Krian sendiri, terdapat 41 DMA, namun hanya 8 yang sudah

tercatat efektif, sedangkan sisanya 33 belum tercatat efektif (Laporan Tahunan PDAM, 2018).

Selain itu, PDAM Sidoarjo juga melakukan pemeriksaan berkala untuk memastikan kebocoran. Setiap hari, petugas PDAM berkeliling untuk melayani sekaligus memastikan kondisi pipa yang dilewati. PDAM Sidoarjo juga memiliki software QGIS untuk mempermudah pencatatan masing-masing sambungan pelanggan. Petugas juga melakukan survey malam hari dan memeriksa kebocoran dengan cara mendengarkan aliran air.

Laporan tahunan kehilangan air mulai dibuat sejak tahun 2014 untuk memantau progres penurunan kehilangan air. Sejak 2014, kehilangan air yang dialami PDAM Kabupaten Sidoarjo berkurang, seiring dengan meningkatnya cakupan pelayanan dan sambungan.

PDAM Sidoarjo juga memiliki aplikasi bernama CORE dan SMART untuk meminimalisir kesalahan pencatatan dalam pembacaan meter air. Cara kerja aplikasi ini adalah dengan mencatat nomor kode dan lokasi dari setiap pelanggan sejak pelanggan tersebut memiliki sambungan air. Kemudian, sistem dan operator akan membuat rute pembacaan air yang harus diikuti oleh petugas pembaca meter air. Saat membaca meter air, petugas harus memasukkan angka pada aplikasi dan juga memasukkan foto dari meter air yang dibacanya. Data pelanggan tersebut akan langsung tertera pada sistem beserta dengan jumlah tagihan yang harus dibayar, yang akan ditagihkan pada bulan berikutnya. Setelah itu, pengawas akan memeriksa data yang sudah dimasukkan oleh petugas untuk dicocokkan sehingga kemungkinan kesalahan pembacaan atau kecurangan pembacaan menjadi sangat kecil.

PDAM Cabang Krian juga mencatat penggunaan air untuk *wash out* dan juga kebocoran dan perbaikan, sehingga volume kehilangan air dapat diperkirakan dengan lebih akurat. Saran dari PDAM Cabang Krian adalah untuk memberi meter pada pipa *wash out* sehingga jumlah air yang keluar dapat dihitung dengan akurat.

5.9.2 Saran Strategi Penurunan Kehilangan Air

Berdasarkan nilai ILI dari *EasyCalc*, survey, dan literature, rekomendasi perbaikan pelayanan air minum untuk PDAM Cabang Krian adalah sebagai berikut:

- Pengaturan tekanan

Penggunaan air pelanggan berfluktuasi setiap bulan selama setahun. Pada waktu liburan, sebagian besar pelanggan meninggalkan rumah, sehingga penggunaan menjadi jauh lebih sedikit. Tekanan menjadi besar dan rawan terjadi kebocoran.

- Pengendalian kebocoran

Dengan merespon laporan dan cepat memperbaiki kebocoran.

- Mengganti meter secara berkala

Meter air sebaiknya diganti minimal 10 tahun sekali untuk menjaga keakuratannya.

Berdasarkan hasil analisis sesuai dengan data penggunaan per golongan, perbaikan meter air sebaiknya dilakukan lebih intensif pada golongan dengan rata-rata pemakaian air yang besar (golongan 3F, 1C, dan 2G). Pemakaian yang besar dapat menyebabkan ketidakakuratan meter pada golongan tersebut berdampak signifikan.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Komponen kehilangan air adalah konsumsi resmi tak berekening sebanyak 2.616 m³/tahun (0,9%), konsumsi tak resmi sebanyak 4.441 m³/tahun (1,5%), ketidakakuratan meter dan kesalahan penanganan data sebanyak 110.256 m³/tahun (36,3%), dan kehilangan air fisik: 189.408 m³/tahun (62,3%)
2. Jumlah kerugian dari kehilangan air di PDAM Kabupaten Sidoarjo adalah sebesar Rp 1.014.488.117,00 per tahun untuk kehilangan air fisik dan biaya untuk kehilangan air non fisik adalah sebesar Rp 772.374.814,00 per tahun. Nilai total air tak berekening sebesar Rp 1.862.640.633,00 per tahun
3. Strategi penanganan kehilangan air dari hasil wawancara adalah dengan melakukan pengawasan pipa secara rutin dan memasang meter di tiap wilayah (DMA). Saran lebih lanjut adalah dengan pengaturan tekanan, pengendalian kebocoran, dan penggantian meter secara berkala.

6.2 Saran

Saran dari penelitian ini untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Pada studi yang dilakukan penulis, survey dilakukan dengan menadahi 3L air dalam ember kemudian melihat jarum pada meter air. Jarum yang dilihat adalah jarum yang liter yang satu putarannya bergerak sebanyak 1 L, dan juga jarum 10 L yang satu putarannya bergerak sebanyak 10 L. Dalam survey, jarum 10 L belum mencapai 1 putaran, sehingga dalam penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengambil sampel sebanyak 10 L agar jarum 10 L sampai 1 putaran dan lebih mudah untuk melihat ketidakakuratan.
2. Melakukan *step test* untuk dibandingkan dengan data agar bisa melakukan pendekatan kebocoran.
3. Mengambil data laporan kebocoran dan dibandingkan dengan pembacaan meter induk.

DAFTAR PUSTAKA

- (2018, Desember 18). Website PDAM Sidoarjo: pdamsidoarjo.go.id
- Aniza, R. (2015). *Studi Kehilangan Air Komersial (Studi Kasus: PDAM Sidoarjo Cabang Waru I)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- BPP SPAM. (2008). *Pedoman Penurunan Air Tak Berekening (Non Revenue Water)*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Divisi Hubungan Pelanggan PDAM Sidoarjo. (2018). *Daftar Rekening Ditagih 2018*. Sidoarjo: PDAM Delta Tirta Sidoarjo .
- Divisi Transmisi & Distribusi PDAM Sidoarjo. (2018). *Wilayah Layanan PDAM Sidoarjo*. Sidoarjo: PDAM Sidoarjo.
- Ferley, M. e. (2008). *Buku Pegangan tentang Air Tak Berekening (NRW) untuk Manajer: Panduan untuk Memahami Kehilangan Air*. Jakarta: PU Cipta Karya.
- International Water Association. (2008). *IWA / AWWA Water Audit & Water Balance*. Guelph: International Water Association (IWA).
- Kurniawati, F. (2016). *Studi Kehilangan Air Komersial (Studi Kasus: PDAM Sidoarjo Cabang Sidoarjo)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). (2017). *Buku Kinerja PDAM 2017*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2016). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: JDIH Kementerian PUPR.
- PDAM Krian. (2018). *Data Washout 2018*. Sidoarjo: PDAM Sidoarjo Cabang Krian.
- PDAM Sidoarjo. (2018). *Laporan Tahunan PDAM*. Sidoarjo: PDAM Delta Tirta Sidoarjo.
- Saparina, W. (2017). *Penurunan Kehilangan Air di Sistem Distribusi Air Minum PDAM Kota Malang*. Surabaya: ITS.
- Searphin Nugroho, I. M. (2018). Analisa Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih Menggunakan EPANET 2.0 (Studi Kasus di Kelurahan Harapan Baru, Kota Samarinda). *TEKNIK*, 39 (1), 62-66.
- Sya'bani, M. R. (2016). *Penerapan Jaringan Distribusi Sistem District 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 (ITB).
- Tim Kehilangan Air PDAM Sidoarjo. (2018). *Data Meter Bermasalah 2018*. Sidoarjo: PDAM Sidoarjo.
- Zamzami, A. S. (2018). Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih PDAM Tirta Tawar Kabupaten Aceh Tengah. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan (JARSP)*, 132-141.

LAMPIRAN**A. Hasil Survey Ketidakakuratan Meter Air**

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

No	Angka di Meter Pelanggan							Jumlah Ukuran di Meter (L)	Ember Ukur (L)	Selisih (L)
	awal	1L	2L	3L	awal-1L	1L-2L	2L-3L			
12	1,5	2,5	3,5	4,5	1	1	1	3	3	0
13	3,5	4,5	5,5	6,5	1	1	1	3	3	0
14	0,0	1,0	2,0	3,0	1	1	1	3	3	0
15	6,0	7,0	8,0	9,0	1	1	1	3	3	0
16	8,5	9,5	0,5	1,5	1	1	1	3	3	0
17	2,0	3,0	4,0	5,0	1	1	1	3	3	0
18	3,0	4,0	5,0	6,0	1	1	1	3	3	0
19	5,0	6,0	7,0	8,0	1	1	1	3	3	0
20	0,0	1,0	2,0	2,5	1	1	0,5	2,5	3	0,5
21	2,0	3,0	4,0	5,0	1	1	1	3	3	1
22	0,0	1,0	2,0	3,0	1	1	1	3	3	1
23	2,5	3,5	4,5	5,5	1	1	1	3	3	0
24	7,5	8,5	9,5	0,5	1	1	1	3	3	0

No	Angka di Meter Pelanggan							Jumlah Ukuran di Meter (L)	Ember Ukur (L)	Selisih (L)
	awal	1L	2L	3L	awal-1L	1L-2L	2L-3L			
25	4,0	5,0	6,0	7,0	1	1	1	3	3	0
26	0,0	1,0	2,0	3,0	1	1	1	3	3	0
27	2,0	3,0	4,0	5,0	1	1	1	3	3	0
28	9,5	0,5	1,5	2,5	1	1	1	3	3	0
29	0,0	1,0	1,5	2,0	1	0,5	0,5	2	3	0,5
30	1,0	2,0	3,5	4,5	1	1,5	1	3,5	3	1,5
31	1,5	2,5	3,5	4,5	1	1	1	3	3	-1
32	3,5	4,5	5,5	6,5	1	1	1	3	3	0
33	0,0	1,0	2,0	3,0	1	1	1	3	3	0
34	6,0	7,0	8,0	9,0	1	1	1	3	3	0,5
35	8,5	9,5	0,5	1,5	1	1	1	3	3	0
36	2,0	3,0	4,0	5,0	1	1	1	3	3	0
37	3,0	4,0	5,0	6,0	1	1	1	3	3	0

No	Angka di Meter Pelanggan							Jumlah Ukuran di Meter (L)	Ember Ukur (L)	Selisih (L)
	awal	1L	2L	3L	awal-1L	1L-2L	2L-3L			
38	5,0	6,0	7,0	8,0	1	1	1	3	3	0
39	0,0	1,0	2,0	2,5	1	1	0,5	2,5	3	1
40	2,0	3,0	4,0	5,0	1	1	1	3	3	0
41	0,0	1,0	2,0	3,0	1	1	1	3	3	0
42	2,5	3,5	4,5	5,5	1	1	1	3	3	-0,5
43	7,5	8,5	9,5	0,5	1	1	1	3	3	-0,5
44	4,0	5,0	6,0	7,0	1	1	1	3	3	0
45	0,0	1,0	2,0	3,0	1	1	1	3	3	1,5
46	2,0	3,0	4,0	5,0	1	1	1	3	3	0
47	9,5	0,5	1,5	2,5	1	1	1	3	3	0
48	0,0	1,0	1,5	2,0	1	0,5	0,5	2	3	0
49	1,0	2,0	3,5	4,5	1	1,5	1	3,5	3	0,5
50	1,5	2,5	3,5	4,5	1	1	1	3	3	0

No	Angka di Meter Pelanggan							Jumlah Ukuran di Meter (L)	Ember Ukur (L)	Selisih (L)
	awal	1L	2L	3L	awal-1L	1L-2L	2L-3L			
51	3,5	4,5	5,5	6,5	1	1	1	3	3	2
52	0,0	1,0	2,0	3,0	1	1	1	3	3	0
53	6,0	7,0	8,0	9,0	1	1	1	3	3	0
54	8,5	9,5	0,5	1,5	1	1	1	3	3	0,5
55	2,0	3,0	4,0	5,0	1	1	1	3	3	0
56	3,0	4,0	5,0	6,0	1	1	1	3	3	0,5
57	5,0	6,0	7,0	8,0	1	1	1	3	3	0
58	0,0	1,0	2,0	2,5	1	1	0,5	2,5	3	0
59	2,0	3,0	4,0	5,0	1	1	1	3	3	0
60	0,0	1,0	2,0	3,0	1	1	1	3	3	0
61	2,5	3,5	4,5	5,5	1	1	1	3	3	0
62	7,5	8,5	9,5	0,5	1	1	1	3	3	0
63	4,0	5,0	6,0	7,0	1	0,5	1	3	3	0,5

No	Angka di Meter Pelanggan							Jumlah Ukuran di Meter (L)	Ember Ukur (L)	Selisih (L)
	awal	1L	2L	3L	awal-1L	1L-2L	2L-3L			
64	0,0	1,0	2,0	3,0	1	1	1	3	3	0
65	2,0	3,0	4,0	5,0	1	1	1	3	3	0
66	9,5	0,5	1,5	2,5	1	1	1	3	3	1
67	0,0	1,0	1,5	2,0	1	1	0,5	2	3	0
68	1,0	2,0	3,5	4,5	1	1,5	1	3,5	3	0,5
69	1,5	2,5	3,5	4,5	1	1	1	3	3	0
70	3,5	4,5	5,5	6,5	1	1	1	3	3	0
71	0,0	1,0	2,0	3,0	1	1	1	3	3	-1,5
72	6,0	7,0	8,0	9,0	1	1	1	3	3	-0,5
73	8,5	9,5	0,5	1,5	1	0,5	1	3	3	0
74	2,0	3,0	4,0	5,0	1	1	1	3	3	0
75	3,0	4,0	5,0	6,0	1	1	1	3	3	-1
76	5,0	6,0	7,0	8,0	1	1	1	3	3	1

No	Angka di Meter Pelanggan							Jumlah Ukuran di Meter (L)	Ember Ukur (L)	Selisih (L)
	awal	1L	2L	3L	awal-1L	1L-2L	2L-3L			
77	0,0	1,0	2,0	2,5	1	1	0,5	2,5	3	-0,5
78	2,0	3,0	4,0	5,0	1	1	1	3	3	0
79	0,0	1,0	2,0	3,0	1	1	1	3	3	1
80	2,5	3,5	4,5	5,5	1	1	1	3	3	0
81	7,5	8,5	9,5	0,5	1	1	1	3	3	0
82	4,0	5,0	6,0	7,0	1	1,5	1	3	3	0
83	0,0	1,0	2,0	3,0	1	1	1	3	3	0
84	2,0	3,0	4,0	5,0	1	1	1	3	3	0
85	9,5	0,5	1,5	2,5	1	1	1	3	3	0
86	0,0	1,0	1,5	2,0	1	1	1	2	3	-1
87	1,0	2,0	3,5	4,5	1	1,5	1	3,5	3	0
88	1,5	2,5	3,5	4,5	1	1	1	3	3	0
89	3,5	4,5	5,5	6,5	1	1	1	3	3	0

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

Lampiran B Data Meter Air Bermasalah

No	Uraian	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Rata-rata
1	Normal	4341	4261	4249	4249	4557	4557	4587	4683	4705	4731	4834	4936	4558
2	Tutup / Terkunci	230	255	270	270	203	203	118	125	95	93	72	35	164
3	Rumah Kosong Buka	32	73	78	78	34	34	36	21	33	19	7	1	37
4	Ganti Meter	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1
5	Buka Kembali	4	3	5	5	3	3	5	7	9	15	15	10	7
6	Cabut	0	2	0	0	0	0	1	3	6	0	3	1	1
7	Meter Macet	13	14	17	17	16	16	16	19	20	23	21	12	17
8	Meter Buram	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Segel Tidak Ada/Rusak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Usulan Ganti Tarif	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Pasang Baru	8	33	15	15	0	0	0	1	16	50	19	38	16

No	Uraian	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Rata-rata
12	Stand Meter Mundur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Meter Rusak	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
14	Rumah Kosong Kunci	76	93	94	94	69	69	72	63	46	47	32	23	65
15	Stand Tunggu	11	9	6	6	6	6	14	15	17	6	6	3	9
16	Bocor Kopling Meter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Meter Terlalu Dalam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	Meter Tertimbulk	5	1	1	1	1	1	1	2	0	4	4	1	2
19	Meter Tidak Ada	154	154	6	6	8	8	8	8	8	7	11	7	32
20	Meter Terendam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	Total	4876	4900	4742	4742	4897	4897	4858	4947	4955	4995	5025	5082	4910

Lampiran C Data Washout 2018

Januari 2018

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
1	Mojosantren	9-Jan-2018	9,05	10,30	85	50
2	Semaji - Pak Yanto	9-Jan-2018	9,10	10,25	75	50
3	Lilium Selatan	10-Jan-2018	8,55	12,33	218	75
4	Kraton Balai Desa	10-Jan-2018	9,00	12,23	203	50
5	Sirapan Pondok	10-Jan-2018	8,35	9,25	50	50
6	Sirapan Parengan	10-Jan-2018	8,40	9,28	48	50
7	Kemangsen gubug	10-Jan-2018	8,30	9,30	60	50
8	Klagen	10-Jan-2018	8,05	10,20	135	50
9	Sapphire I	10-Jan-2018	8,50	10,30	100	50
10	Kemangsen kaplingan	10-Jan-2018	8,45	9,35	50	50
11	Katerungan rel	11-Jan-2018	8,15	9,18	30	50
12	Katerungan tengah	11-Jan-2018	8,10	9,15	65	50
13	Katerungan lapangan	11-Jan-2018	8,00	9,00	60	50

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
14	Perum. Mandiri B5 - 26	11-Jan-2018	8,50	9,20	30	75
15	Perum. Mandiri E7 - 20	11-Jan-2018	11,25	11,30	5	75
16	Perum. Mandiri F1 - 1	11-Jan-2018	9,30	10,05	35	75
17	Perum. Mandiri F8 - 24	11-Jan-2018	10,15	11,20	65	75
18	Perum. Mandiri A2 - 18	11-Jan-2018	8,15	8,45	30	75
19	Puri Bagus A8 - 12A	15-Jan-2018	8,05	9,45	40	100
20	Puri Bagus B10 - 33	15-Jan-2018	10,15	11,20	65	75
21	Puri Bagus B10 - 1	15-Jan-2018	9,35	10,10	35	75
22	Perum. TAS 3 A4 - 16	17-Jan-2018	8,00	8,20	20	100
23	Perum. TAS 3 A4 - 14	17-Jan-2018	8,20	8,40	20	100
24	Perum. TAS 3 B6 - 26	17-Jan-2018	8,45	9,00	15	100
25	Perum. TAS 3 D6 - 1	17-Jan-2018	9,05	9,20	15	100
26	Perum. TAS 3 J12 - 1	17-Jan-2018	9,25	9,45	20	100
27	Perum. TAS 3 J7 - 33	17-Jan-2018	9,50	10,00	10	75
28	Perum. TAS 3 I2 - 4	17-Jan-2018	10,05	10,25	20	75

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
29	Perum. TAS 3 F7 - 21	17-Jan-2018	10,30	10,50	20	75
30	Perum. TAS 3 O10 - 15	17-Jan-2018	10,55	11,20	35	75
31	Perum. TAS 3 H8 - 40	17-Jan-2018	11,25	11,45	20	75
32	Perum. TAS 3 P11 - 55	17-Jan-2018	11,50	12,25	35	75

Februari 2018

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
1	Sirapan Pondok	8-Feb-2018	7,30	8,00	30	50
2	Sirapan Parengan	8-Feb-2018	7,31	8,05	34	50
3	Krian Indah	9-Feb-2018	9,00	10,50	110	100
4	Kemangsen gubug	12-Feb-2018	7,00	8,00	60	50
5	Katerungan rel	13-Feb-2018	7,30	8,00	30	50
6	Katerungan tengah	13-Feb-2018	7,35	8,05	30	50
7	Katerungan lapangan	13-Feb-2018	7,30	8,00	30	50

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
8	Puri Bagus A8 - 12A	14-Jan-2018	8,15	10,15	120	100
9	Puri Bagus B10 - 1	14-Jan-2018	9,50	10,30	40	75
10	Puri Bagus B10 - 33	14-Jan-2018	10,25	11,10	45	75
11	Kemangsen kaplingan	15-Feb-2018	7,00	7,30	30	50
12	Perum. Mandiri A2 - 18	15-Feb-2018	7,55	8,30	35	75
13	Perum. Mandiri B5 - 26	15-Feb-2018	0,00	0,00	0	75
14	Perum. Mandiri E7 - 20	15-Feb-2018	10,45	11,50	65	75
15	Perum. Mandiri F1 - 1	15-Feb-2018	8,55	9,25	30	75
16	Perum. Mandiri F8 - 24	15-Feb-2018	9,30	10,40	70	75
17	Perum. TAS 3 A4 - 16	15-Feb-2018	8,00	8,20	20	100
18	Perum. TAS 3 A4 - 14	15-Feb-2018	8,25	8,45	20	100
19	Perum. TAS 3 B6 - 26	15-Feb-2018	8,50	9,20	30	100
20	Perum. TAS 3 D6 - 1	15-Feb-2018	9,25	9,40	15	100
21	Perum. TAS 3 J12 - 1	15-Feb-2018	9,45	9,55	10	100
22	Perum. TAS 3 J7 - 33	15-Feb-2018	10,00	10,20	20	75

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
23	Perum. TAS 3 I2 - 4	15-Feb-2018	10,25	10,40	15	75
24	Perum. TAS 3 F7 - 21	15-Feb-2018	10,45	11,00	15	75
25	Perum. TAS 3 H8 - 40	15-Feb-2018	11,05	11,20	15	75
26	Perum. TAS 3 O10 - 15	15-Feb-2018	11,25	11,50	25	75
27	Perum. TAS 3 P11 - 55	15-Feb-2018	11,55	12,30	35	75
28	Klagen	19-Feb-2018	8,15	10,15	120	50
29	Jeruk Gamping	19-Feb-2018	0,00	0,00	0	50

Maret 2018

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
1	Perum. Mandiri A2 - 18	14-Mar-2018	8,25	9,00	35	75
2	Perum. Mandiri B5 - 26	14-Mar-2018	0,00	0,00	0	75
3	Perum. Mandiri E7 - 20	14-Mar-2018	11,30	12,50	80	75

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
4	Perum. Mandiri F1 - 1	14-Mar-2018	9,10	9,40	30	75
5	Perum. Mandiri F8 - 24	14-Mar-2018	9,55	11,25	90	75
6	Perum. TAS 3 A4 - 16	15-Mar-2018	8,00	8,20	20	100
7	Perum. TAS 3 A4 - 14	15-Mar-2018	8,20	8,40	20	100
8	Perum. TAS 3 B6 - 26	15-Mar-2018	8,45	9,05	20	100
9	Perum. TAS 3 D6 - 1	15-Mar-2018	9,10	9,35	25	100
10	Perum. TAS 3 J12 - 1	15-Mar-2018	9,40	10,00	20	100
11	Perum. TAS 3 J7 - 33	15-Mar-2018	10,05	10,20	15	75
12	Perum. TAS 3 I2 - 4	15-Mar-2018	10,25	10,45	20	75
13	Perum. TAS 3 F7 - 21	15-Mar-2018	10,50	11,05	15	75
14	Perum. TAS 3 H8 - 40	15-Mar-2018	11,10	11,25	15	75
15	Perum. TAS 3 O10 - 15	15-Mar-2018	11,30	11,45	15	75
16	Perum. TAS 3 P11 - 55	15-Mar-2018	11,50	12,20	30	75
17	Puri Bagus A8 - 12A	15-Mar-2018	8,15	10,00	105	100
18	Puri Bagus B10 - 1	15-Mar-2018	9,55	10,15	20	75

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
19	Puri Bagus B10 - 33	15-Mar-2018	10,20	11,30	70	75
20	Jeruk Gamping	18-Mar-2018	8,45	11,45	180	50
21	Klagen	19-Mar-2018	8,25	11,00	155	50

Mei 2018

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
1	Balai Desa Kraton	2-May-2018	8,02	13,20	86	50
2	Katerungan tengah	2-May-2018	9,30	10,30	90	50
3	Katerungan rel	3-May-2018	9,00	12,15	60	50
4	Semaji Selatan	7-May-2018	9,33	11,12	79	50
5	Katerungan lapangan	7-May-2018	10,00	12,30	120	50
6	Semaji - Pak Yanto	7-May-2018	9,24	11,18	95	50
7	Krian Indah C6 - 23	7-May-2018	9,42	11,05	110	75

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
8	Mojosantren	7-May-2018	9,18	11,25	90	50
9	Kemangsen kavling	8-May-2018	8,00	10,15	90	50
10	Kemangsen gubug	9-May-2018	9,00	11,10	120	50
11	Sirapan Parengan	11-May-2018	9,00	11,15	90	50
12	Sirapan truk	14-May-2018	8,30	11,30	90	50
13	Perum. TAS 3 A4 - 16	15-May-2018	9,45	10,15	300	100
14	Perum. TAS 3 B6 - 26	15-May-2018	8,40	9,55	80	100
15	Perum. TAS 3 D6 - 1	15-May-2018	9,00	9,30	80	100
16	Perum. TAS 3 J12 - 1	15-May-2018	9,40	10,30	95	100
17	Perum. TAS 3 J7 - 33	15-May-2018			0	75
18	Perum. TAS 3 I4 - 4	15-May-2018	10,35	11,10	95	75
19	Perum. TAS 3 F7 - 21	15-May-2018	11,30	14,00	90	75
20	Perum. TAS 3 H8 - 40	15-May-2018	11,15	12,45	140	75
21	Perum. TAS 3 O10 - 15	16-May-2018	8,15	11,00	105	75
22	Perum. TAS 3 P11 - 55	16-May-2018	9,20	12,40	125	75

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
23	Puri Bagus A8 - 12A	21-May-2018	8,10	10,10	110	100
24	Puri Bagus B10 - 1	21-May-2018	9,40	10,30	20	75
25	Puri Bagus B10 - 33	21-May-2018	10,20	11,40	45	75
26	Jeruk Gamping	21-May-2018	8,00	11,50	220	50
27	Klagen	22-May-2018	9,25	12,10	140	50
28	Perum. Mandiri A2 - 18	22-May-2018	8,30	9,00	30	75
29	Perum. Mandiri B5 - 26	22-May-2018	9,10	9,40	30	75
30	Perum. Mandiri E7 - 20	22-May-2018	10,25	11,50	220	75
31	Perum. Mandiri F1 - 1	22-May-2018	9,50	10,20	30	75
32	Perum. Mandiri F8 - 24	22-May-2018			0	75

Juni 2018

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
1	Krian Indah Residence	6-Jun-2018	9,19	11,25	126	100
2	Katerungan lapangan	11-Jun-2018	10,12	12,25	133	50
3	Sirapan truk	21-Jun-2018	13,10	15,15	125	50
4	Kemangsen gubuk	21-Jun-2018	13,20	15,05	105	50

Juli 2018

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
1	Semaji - Pak Yanto	2-Jul-2018	9,15	11,15	120	50
2	Mojosantren	2-Jul-2018	9,30	11,20	110	50
3	Katerungan lapangan	3-Jul-2018	9,40	12,10	150	50
4	Perum. TAS 3 A4 - 16	3-Jul-2018	10,05	10,30	25	100
5	Perum. TAS 3 B6 - 26	3-Jul-2018	8,30	10,00	90	100
6	Perum. TAS 3 D6 - 1	3-Jul-2018	8,40	9,10	30	100

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
7	Perum. TAS 3 J12 - 1	3-Jul-2018	9,20	10,50	90	100
8	Perum. TAS 3 J7 - 33	3-Jul-2018				75
9	Perum. TAS 3 I4 - 4	3-Jul-2018	10,35	11,50	75	75
10	Perum. TAS 3 F7 - 21	3-Jul-2018	11,00	12,40	100	75
11	Perum. TAS 3 H8 - 40	3-Jul-2018	11,40	14,10	150	75
12	Perum. TAS 3 O10 - 15	4-Jul-2018	8,40	9,30	50	75
13	Perum. TAS 3 P11 - 55	4-Jul-2018	9,35	12,35	180	75
14	Toko roti 'Prima'	5-Jul-2018	8,30	10,30	120	50
15	Perum. Mandiri A2 - 18	5-Jul-2018	8,45	9,15	30	75
16	Perum. Mandiri B5 - 26	5-Jul-2018	9,25	9,55	30	75
17	Perum. Mandiri E7 - 20	5-Jul-2018	10,45	11,30	45	75
18	Perum. Mandiri F1 - 1	5-Jul-2018	10,05	10,40	35	75
19	Perum. Mandiri F8 - 24	5-Jul-2018				75
20	Sirapan Pondok	9-Jul-2018	8,30	10,50	140	50
21	Kemangsen Kaplingan	9-Jul-2018	8,37	10,58	141	50

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
22	Jeruk Gamping	10-Jul-2018	8,40	12,25	225	50
23	Klagen	10-Jul-2018	9,10	12,00	170	50
24	Puri Bagus A8 - 12A	10-Jul-2018	8,50	11,20	150	100
25	Puri Bagus B10 - 1	10-Jul-2018	11,30	11,45	15	75
26	Puri Bagus B10 - 33	10-Jul-2018	11,50	12,55	65	75
27	Seketi	10-Jul-2018	9,20	12,10	170	50
28	Katerungan lapangan	19-Jul-2018	8,40	10,30	110	50

Agustus 2018

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
1	Kraton	6-Aug-2018	13:30	15:07	97	50
2	Sapphire	6-Aug-2018	13:20	15:00	100	50
3	Perum. Mandiri A2 - 18	6-Aug-2018	8:25	8:55	30	75
4	Perum. Mandiri B5 - 26	6-Aug-2018	9:05	9:40	35	75
5	Perum. Mandiri E7 - 20	6-Aug-2018	10:30	12:25	115	75

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
6	Perum. Mandiri F1 - 1	6-Aug-2018	9:45	10:25	40	75
7	Perum. Mandiri F8 - 24	6-Aug-2018				75
8	Perum. TAS 3 A4 - 16	7-Aug-2018	10:10	10:30	20	100
9	Perum. TAS 3 B6 - 26	7-Aug-2018	8:30	10:00	90	100
10	Perum. TAS 3 D6 - 1	7-Aug-2018	8:20	9:00	40	100
11	Perum. TAS 3 J12 - 1	7-Aug-2018	9:10	11:35	145	100
12	Perum. TAS 3 J7 - 33	7-Aug-2018				75
13	Perum. TAS 3 I4 - 4	7-Aug-2018				75
14	Perum. TAS 3 F7 - 21	7-Aug-2018	9:20	11:50	150	75
15	Perum. TAS 3 H8 - 40	7-Aug-2018	11:20	14:10	170	75
16	Jagalan	7-Aug-2018	8:00	11:00	180	50
17	Krian Indah	7-Aug-2018	8:40	12:15	215	75
18	Katerungan Rel	8-Aug-2018	9:05	11:56	171	50
19	Perum. TAS 3 O10 - 15	8-Aug-2018	8:10	9:30	80	75
20	Perum. TAS 3 P11 - 55	8-Aug-2018	9:40	12:25	165	75

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
21	Katerungan lapangan	8-Aug-2018	9:11	12:04	173	50
22	Puri Bagus A8 - 12A	9-Aug-2018	8:00	10:15	135	100
23	Puri Bagus B10 - 1	9-Aug-2018	10:25	10:40	15	75
24	Puri Bagus B10 - 33	9-Aug-2018	10:45	12:30	105	75
25	Alpes I blok R	10-Aug-2018	9:55	11:02	67	75
26	Taman Sidorejo A -1	10-Aug-2018	9:11	10:48	97	75
27	Taman Sidorejo A -41	10-Aug-2018	9:34	10:52	78	75
28	Jeruk Gamping	13-Aug-2018	8:25	11:00	155	50
29	Klagen	13-Aug-2018	8:40	11:15	155	50
30	Seketi	13-Aug-2018	8:50	11:25	155	50
31	Sidomukti	15-Aug-2018	9:20	11:37	137	50
32	Ngingas Barat	20-Aug-2018	9:21	10:43	82	50

September 2018

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
1	Lilium POS	3-Sep-2018	8:59	10:56	117	75
2	Sapphire	3-Sep-2018	9:03	11:03	120	50
3	Sidomukti	3-Sep-2018	8:54	10:40	106	75
4	Perum. TAS 3 A4 - 16	4-Sep-2018	10:30	10:50	20	100
5	Perum. TAS 3 B6 - 26	4-Sep-2018	8:55	10:25	90	100
6	Perum. TAS 3 D6 - 1	4-Sep-2018	8:45	9:35	50	100
7	Perum. TAS 3 J12 - 1	4-Sep-2018	9:45	12:00	135	100
8	Perum. TAS 3 J7 - 33	4-Sep-2018				75
9	Perum. TAS 3 I4 - 4	4-Sep-2018				75
10	Perum. TAS 3 F7 - 21	4-Sep-2018	9:40	11:10	90	75
11	Perum. TAS 3 H8 - 40	4-Sep-2018	11:20	13:40	140	75
12	Jagalan, Prima	4-Sep-2018	9:25	10:35	70	50
13	Katerungan	4-Sep-2018	9:13	10:48	95	50
14	Mojo Samsat	5-Sep-2018	9:48	11:20	92	50
15	Semaji - Pak Yanto	5-Sep-2018	10:09	11:29	80	50

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
16	Mojosantren	5-Sep-2018	9:42	11:15	93	50
17	Perum. TAS 3 O10 - 15	5-Sep-2018	8:30	9:35	65	75
18	Perum. TAS 3 P11 - 55	5-Sep-2018	9:45	12:50	185	75
19	Perum. Mandiri A2 - 18	6-Sep-2018	8:35	9:10	35	75
20	Perum. Mandiri B5 - 26	6-Sep-2018	9:15	9:45	30	75
21	Perum. Mandiri E7 - 20	6-Sep-2018	11:00	12:20	80	75
22	Perum. Mandiri F1 - 1	6-Sep-2018	9:55	10:50	55	75
23	Perum. Mandiri F8 - 24	6-Sep-2018				75
24	Krian Indah	6-Sep-2018	9:05	12:20	195	75
25	Puri Bagus A8 - 12A	10-Sep-2018	8:20	10:20	120	100
26	Puri Bagus B10 - 1	10-Sep-2018	10:25	10:45	20	75
27	Puri Bagus B10 - 33	10-Sep-2018	10:50	12:15	85	75
28	Jeruk Gamping	12-Sep-2018	8:00	10:35	155	50
29	Klagen	12-Sep-2018	8:30	10:50	140	50
30	Seketi	12-Sep-2018	8:35	11:00	145	50

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
31	Kemangsen gubug	14-Sep-2018	9:10	11:45	145	50

Oktober 2018

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
1	Perum. TAS 3 A4 - 16	2-Oct-2018	10:35	10:55	20	100
2	Perum. TAS 3 B6 - 26	2-Oct-2018	8:50	10:30	100	100
3	Perum. TAS 3 D6 - 1	2-Oct-2018	8:35	9:25	50	100
4	Perum. TAS 3 J12 - 1	2-Oct-2018	9:35	11:40	125	100
5	Perum. TAS 3 J7 - 33	2-Oct-2018				75
6	Perum. TAS 3 I4 - 4	2-Oct-2018				75
7	Perum. TAS 3 F7 - 21	2-Oct-2018	8:45	11:05	140	75
8	Perum. TAS 3 H8 - 40	2-Oct-2018	11:25	13:00	95	75
9	Jagalan	3-Oct-2018	9:38	12:05	147	50
10	Mojosantren	3-Oct-2018	9:55	11:45	110	50
11	Krian Indah	3-Oct-2018	9:47	12:00	133	75

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
12	Katerungan	4-Oct-2018	8:40	10:35	115	50
13	Perum. TAS 3 O10 - 15	4-Oct-2018	8:20	9:40	80	75
14	Perum. TAS 3 P11 - 55	4-Oct-2018	9:45	12:00	135	75
15	Kemangsen kavlingan	8-Oct-2018	9:20	10:15	55	50
16	Kemangsen gubug	8-Oct-2018	9:15	10:20	65	50
17	Kraton	9-Oct-2018	9:08	11:35	147	50
18	Sapphire	9-Oct-2018	9:11	11:31	140	50
19	Sidomukti	9-Oct-2018	9:04	11:40	156	75
20	Sirapan Pondok	10-Oct-2018	8:46	11:52	186	50
21	Sirapan Parengan	10-Oct-2018	8:57	12:02	185	50
22	Puri Bagus A8 - 12A	10-Oct-2018	8:35	10:15	100	100
23	Puri Bagus B10 - 1	10-Oct-2018	10:20	10:35	15	75
24	Puri Bagus B10 - 33	10-Oct-2018	10:40	12:30	110	75
25	Jeruk Gamping	10-Oct-2018	8:25	10:45	140	50
26	Klagen	10-Oct-2018	9:00	11:00	120	50

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
27	Seketi	10-Oct-2018	8:50	11:10	140	50
28	Perum. Mandiri A2 - 18	11-Oct-2018	8:10	8:40	30	75
29	Perum. Mandiri B5 - 26	11-Oct-2018	8:50	9:20	30	75
30	Perum. Mandiri E7 - 20	11-Oct-2018	10:15	12:30	135	75
31	Perum. Mandiri F1 - 1	11-Oct-2018	9:30	10:10	40	75
32	Perum. Mandiri F8 - 24	11-Oct-2018				75

November 2018

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
1	Perum. TAS 3 A4 - 16	5-Nov-2018	10:25	11:15	50	100
2	Perum. TAS 3 B6 - 26	5-Nov-2018	8:30	10:20	110	100
3	Perum. TAS 3 D6 - 1	5-Nov-2018	8:20	8:55	35	100
4	Perum. TAS 3 J12 - 1	5-Nov-2018	10:30	12:30	120	100
5	Perum. TAS 3 J7 - 33	5-Nov-2018				75
6	Perum. TAS 3 I4 - 4	5-Nov-2018				75

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
7	Perum. TAS 3 F7 - 21	5-Nov-2018	9:05	11:05	120	75
8	Perum. TAS 3 H8 - 40	5-Nov-2018	10:40	13:30	170	75
9	Krian Indah	5-Nov-2018	8:31	11:05	154	75
10	Katerungan lapangan	5-Nov-2018	8:17	11:20	183	50
11	Perum. TAS 3 O10 - 15	5-Nov-2018	8:35	10:30	115	75
12	Perum. TAS 3 P11 - 55	5-Nov-2018	9:40	12:30	170	75
13	Jagalan	7-Nov-2018	8:47	12:42	235	50
14	Mojosantren P. Somat	7-Nov-2018	8:57	12:34	217	50
15	Puri Bagus A8 - 12A	7-Nov-2018	8:25	10:00	95	100
16	Puri Bagus B10 - 1	7-Nov-2018	10:05	10:20	15	75
17	Puri Bagus B10 - 33	7-Nov-2018	10:25	11:25	60	75
18	Jeruk Gamping	7-Nov-2018	8:15	11:30	195	50
19	Klagen	7-Nov-2018	9:00	11:00	120	50
20	Seketi	7-Nov-2018	8:35	11:10	155	50
21	Katerungan rel	7-Nov-2018	8:41	13:02	261	50

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
22	Mojosantren Samsat	7-Nov-2018	9:04	12:27	203	50
23	Alpes I POS Satpam	7-Nov-2018	10:15	10:55	40	75
24	Alpes I blok R	7-Nov-2018	9:27	12:00	153	75
25	Taman Sidorejo POS	7-Nov-2018	9:35	11:03	88	100
26	Taman Sidorejo blok A	7-Nov-2018	9:40	11:08	88	75
27	Taman Sidorejo blok K	7-Nov-2018				75
28	Taman Sidorejo blok E	7-Nov-2018	9:53	11:51	118	75
29	Perum. Mandiri A2 - 18	8-Nov-2018	8:10	9:10	60	75
30	Perum. Mandiri B5 - 26	8-Nov-2018	9:15	9:45	30	75
31	Perum. Mandiri E7 - 20	8-Nov-2018	10:35	13:05	150	75
32	Perum. Mandiri F1 - 1	8-Nov-2018	9:50	10:30	40	75
33	Perum. Mandiri F8 - 24	8-Nov-2018				75
34	Kemangsen kavlingan	8-Nov-2018	8:45	10:27	102	50
35	Kemangsen gubug	8-Nov-2018	8:50	10:31	101	50
36	Kraton Lilium	8-Nov-2018	8:27	10:12	105	50

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
37	Sapphire	8-Nov-2018	8:30	10:16	106	50
38	Sidomukti	8-Nov-2018	8:36	10:21	105	75
39	Graha Permata blok Z	9-Nov-2018	9:10	10:30	80	75
40	Sirapan Pondok	15-Nov-2018	8:30	9:15	45	50
41	Sirapan Parengan	15-Nov-2018	8:45	10:05	80	50

Desember 2018

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
1	Puri Bagus A8 - 12A	3-Dec-2018	8:30	9:35	65	100
2	Puri Bagus B10 - 1	3-Dec-2018	10:05	10:55	50	75
3	Puri Bagus B10 - 33	3-Dec-2018	11:00	12:30	90	75
4	Katerungan lapangan	4-Dec-2018	10:42	12:01	79	50
5	Taman Sidorejo blok A	4-Dec-2018	8:42	9:55	73	75
6	Taman Sidorejo blok E	4-Dec-2018	8:34	10:00	86	75
7	Graha Permata blok Z - 22	4-Dec-2018	8:25	10:30	125	75

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
8	Perum. TAS 3 A4 - 16	4-Dec-2018	9:55	10:50	55	100
9	Perum. TAS 3 B6 - 26	4-Dec-2018	8:25	9:50	85	100
10	Perum. TAS 3 D6 - 1	4-Dec-2018	8:15	9:15	60	100
11	Perum. TAS 3 J12 - 1	4-Dec-2018	9:30	12:20	170	100
12	Perum. TAS 3 J7 - 33	4-Dec-2018				75
13	Perum. TAS 3 I4 - 4	4-Dec-2018				75
14	Perum. TAS 3 F7 - 21	4-Dec-2018	9:20	12:10	170	75
15	Perum. TAS 3 H8 - 40	4-Dec-2018	11:00	14:10	190	75
16	Ngingas Barat	5-Dec-2018	9:45	12:02	137	50
17	Tambak Kemeraan	5-Dec-2018	10:13	11:45	92	50
18	Jagalan mainan	5-Dec-2018				50
19	Sidomukti	5-Dec-2018	10:35	11:27	52	75
20	Perum. TAS 3 O10 - 15	5-Dec-2018	8:15	9:35	80	75
21	Perum. TAS 3 P11 - 55	5-Dec-2018	9:40	11:40	120	75
22	Jagalan	5-Dec-2018	10:19	11:40	81	50

NO	ALAMAT	TANGGAL	WAKTU DIBUKA (JAM)	WAKTU DITUTUP (JAM)	LAMA BERAPA MENIT	DIAMETER PIPA
23	Perum. Mandiri A2 - 18	6-Dec-2018	8:00	8:30	30	75
24	Perum. Mandiri B5 - 26	6-Dec-2018	8:50	9:20	30	75
25	Perum. Mandiri E7 - 20	6-Dec-2018	10:10	12:10	120	75
26	Perum. Mandiri F1 - 1	6-Dec-2018	9:30	10:00	30	75
27	Perum. Mandiri F8 - 24	6-Dec-2018				75
28	Jeruk Gamping	10-Dec-2018	8:30	10:50	140	50
29	Klagen	10-Dec-2018	8:45	11:05	140	50
30	Seketi	10-Dec-2018	8:55	11:45	170	50

Lampiran D Dokumentasi



Foto 1 Pembacaan Meter Air



Foto 2 Survey Keakuratan Meter Air



Foto 3 Rumah Meter Air



Foto 4 Meter Air

BIOGRAFI PENULIS



Penulis lahir pada tanggal 15 November 1996 di Malang. Penulis bersekolah di SD Muhammadiyah 2 Sidoarjo, SMPN 1 Sidoarjo, dan SMAN 1 Sidoarjo. Pendidikan tinggi penulis adalah pada Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, dengan nomor registrasi pokok (NRP) 03211440000064. Penulis dapat dihubungi melalui email alyanovp@gmail.com



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

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

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

Nilai TOEFL 630

Hari, tanggal : Jumat, 26 Juli 2019
Pukul : 07:30 - 09:30
Lokasi : TL 105
Judul : Studi Kehilangan Air Menggunakan Software WB-EasyCalc (Studi Kasus PDAM Sidoarjo Cabang Krian)

Nama : Alya Novita Putri
NRP. : 03211440000064
Topik : Penelitian

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
1	Miror merging
2	Crumbler 3:2 di ketik ulang
3	Saran dyser barter
4	Teknik sampling disampaikan di metode
5	Water balance
6	meter air terlalu cepat.

30/7 2019

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

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

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

Dosen Pembimbing

Welly Herumurti, ST., M.Sc.



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

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

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

Hari, tanggal : Jumat, 26 Juli 2019
Pukul : 07:30 - 09:30
Lokasi : TL 105
Judul : Studi Kehilangan Air Menggunakan Software WB-EasyCalc (Studi Kasus PDAM Sidoarjo Cabang Krian)
Nama : Alya Novita Putri
NRP. : 03211440000064
Topik : Penelitian

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1	Pertanyaan Tekanan vs kehilangan air
2	Wah out ?
3	Meraca air digelaskem
	Saran
1.	Perbaikan penulisan dapat dilihat di buku
2.	Saran diperbaiki

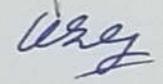
 29/7 2019

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

Dosen Penguji Alfan Purnomo, ST., MT.

()

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

()



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

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

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

Hari, tanggal : Jumat, 26 Juli 2019
Pukul : 07:30 - 09:30
Lokasi : TL 105
Judul : Studi Kehilangan Air Menggunakan Software WB-EasyCalc (Studi Kasus PDAM Sidoarjo Cabang Krian)
Nama : Alya Novita Putri
NRP. : 0321144000064
Topik : Penelitian

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1.	Kt. pengantar ? ✓
2.	'konsep/ bagaimana anda bisa menurunkan kehilangan air 25,86% menjadi 20% ↳ First } non first } sian ✓
3.	Mengusun water balance (Bagan alir WB). ? ✓
4.	kerugian PDAM. or mana saja ✓
5.	kesimpulan no ① & saran. ? ✓

20/07/19

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

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

(Nieke)

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

(Welly)



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

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

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

Hari, tanggal : Jumat, 26 Juli 2019
Pukul : 07:30 - 09:30
Lokasi : TL 105
Judul : Studi Kehilangan Air Menggunakan Software WB-EasyCalc (Studi Kasus PDAM Sidoarjo Cabang Krian)
Nama : Alya Novita Putri
NRP. : 03211440000064
Topik : Penelitian

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
17	Gambar 2.1 → dilihat ulang kon tidak jelas Halaman → nomor di ujung / tepi bar ? Gambar 2.2, 2.3 → sumber ?
25	Gambar 3.2 → tabel ?
27	Gambar 3.3 → tidak jelas Hal 30 - 32 → halaman kosong & bag bawah & atas
41	Tabel 5.1 → tidak ada garis ? Gbr 5.11 & 5.12 → judul gambar tidak sesuai gambar
	⊕ Perlit kehidupan akuratan meter → jam lebih cepat harus dijelaskan Perlit jumlah sampel 94 → 10% apatis total memenuhi

[Signature]
29
29/07/2019

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

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

(*[Signature]*)

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

(*[Signature]*)



FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Alya Novita Putri
NRP : 03211440000064
Judul Tugas Akhir : Studi Kehilangan Air Menggunakan Software WB-Easycalc
(Studi Kasus PDAM Sidoarjo Cabang Krian)

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1.	Membuat margin mirror	-Margin sudah dibuat mirror
2.	Gambar 3.2 diketik ulang	-Gambar 3.2 sudah diketik ulang
3.	Memperbaiki saran	-Saran sudah diperbaiki dan lebih komprehensif
4.	Teknik sampling disampaikan di metode	-Teknik sampling disampaikan sudah di metode.
5.	Membuat water balance dalam bentuk skema	-Water balance sudah dibuat dalam bentuk skema
6.	Meter air terlalu cepat dipelastkan	-Meter air terlalu cepat sudah dipelastkan
7.	Perbaikan penulisan	-format penulisan sudah diperbaiki
8.	Membuat kata pengantar	-Kata pengantar sudah dibuat
9.	Memasukkan cara menurunkan kehilangan air dari 25% menjadi 20% dari segi fisik & non fisik.	-Strategi untuk menurunkan kehilangan air menjadi 20% sudah dimasukkan dalam bab 5 dalam subbab strategi
10.	Menjelaskan kerugian PPA	-Kerugian PDAM sudah dijelaskan dalam bab 5
11.	Memperbaiki penulisan kesimpulan	-Penulisan kesimpulan sudah diperbaiki
12.	Gambar 2.1 diketik ulang Gambar 2.2, 2.3, 3.2, 3.3, Tabel 5.1, Gambar 5.11, & 5.12 diresuaikan	-Gambar 2.1 sudah diketik ulang -Gambar & tabel sudah disesuaikan
13.	Jelaskan tentang ketelitian 10% untuk jumlah sampel 94	-ketelitian 10% sudah dipelastkan

Dosen Pembimbing,

Mahasiswa Ybs.,

ALYA NOVITA PUTRI