ANALISIS TINGKAT KEHILANGAN AIR PDAM TIRTA DAROY KOTA BANDA ACEH PADA ZONA 1 DENGAN METODE *INFRASTRUCTURE LEAKAGE INDEX* (ILI)

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Diajukan Oleh
CINDY VERONICA NELSON
NIM. 160702070
Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM - BANDA ACEH
2021 M / 1442 H

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS TINGKAT KEHILANGAN AIR PDAM TIRTA DAROY KOTA BANDA ACEH PADA ZONA 1 DENGAN METODE *INFRASTRUCTURE LEAKAGE INDEX* (ILI)

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Diajukan oleh
CINDY VERONICA NELSON
NIM. 160702070
Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry

Banda Aceh, 28 Januari 2021
Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I	Pembimbing II
(Aulia Rohendi, M.Sc)	**(Yeggi Darnas, M.T)**
NIDN: 2010048202	**NIDN: 2020067905**

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh

(Dr. Eng. Nur Aida, M.Si)
NIDN: 2016067801

ANALISIS TINGKAT KEHILANGAN AIR PDAM TIRTA DAROY KOTA BANDA ACEH PADA ZONA 1 DENGAN METODE *INFRASTRUCTURE LEAKAGE INDEX* (ILI)

TUGAS AKHIR

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Kamis, 28 Januari 2021
15 Jumadil Akhir 1442

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua,

(Aulia Rohendi, M.Sc)
NIDN: 2010048202

Sekretaris,

(Yeggi Darnas, M.T)
NIDN: 2020067905

Penguji I,

(T. Muhammad Ashari, M.Sc)
NIDN: 2002028301

Penguji II,

(Arief Rahman, M.T)
NIDN: 2010038901

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh

(Dr. Azhar Amsal, M.Pd)
NIDN: 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	Cindy Veronica Nelson
NIM	:	160702070
Program Studi	:	Teknik Lingkungan
Fakultas	:	Sains dan Teknologi
Judul Tugas Akhir	:	Analisis Tingkat Kehilangan Air PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Pada Zona 1 dengan Metode *Infrastructure Leakage Index* (ILI)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 28 Januari 2021
Yang membuat pernyataan,

METERAI TEMPEL
9C1C8AHF915307864
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Cindy Veronica Nelson
NIM. 160702070

ABSTRAK

Nama	:	Cindy Veronica Nelson
NIM	:	160702070
Program Studi	:	Teknik Lingkungan
Judul	:	Analisis Tingkat Kehilangan Air PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Pada Zona 1 dengan Metode *Infrastructure Leakage Index* (ILI)
Tanggal Sidang	:	28 Januari 2021/ 5 Jumadil Akhir 1442 H
Jumlah Halaman Tugas Akhir	:	90 Halaman
Pembimbing 1		Aulia Rohendi, M.Sc.
Pembimbing 2	:	Yeggi Darnas, M.T
Kata Kunci	:	*Infrastructure Leakage Index* (ILI), Kehilangan air, Neraca air.

Tingkat kehilangan air PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh berdasarkan Buku Kinerja BUMD SPAM Tahun 2019 Wilayah I adalah 37,43%. Nilai ini sudah melebihi standar nasional tingkat kehilangan air maksimal kehilangan air yaitu 20%. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kehilangan air non fisik akibat ketidakakuratan meter air pelanggan, mengidentifikasi komponen kehilangan air melalui penyusunan neraca air dan mengetahui kehilangan air fisik menggunakan metode ILI pada PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode neraca air dan ILI. Metode neraca air ini bertujuan mengidentifikasi keabsahan data terkait komponen kehilangan air yang terjadi. Perhitungan ILI untuk mengetahui kehilangan air fisik secara lebih spesifik serta analisis yang dilakukan dengan menggunakan Tabel Matriks Kehilangan Air Fisik. Hasil analisis yang dilakukan menggunakan neraca air, PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 mengalami kehilangan air sebesar 33,2 % setara dengan 870.742 m^3/tahun, dengan kerugian dalam rupiah adalah Rp. 4.020.657.142. Nilai ILI 13,53 termasuk dalam golongan C, didapatkan nilai kehilangan air fisik 300-600 l/sambungan/hari dalam sistem bertekanan rata-rata 26,9 m. Artinya bahwa telah terjadinya kehilangan air fisik yang cukup parah pada PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 sehingga sangat diperlukan analisis terhadap komponen-komponen kehilangan air serta upaya intensif untuk pengendalian kehilangan air.

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah SWT, Dia-lah yang telah menganugerahkan al-Qur'an sebagai petunjuk bagi seluruh manusia dan rahmat bagi segenap alam. Dengan pertolongan dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "*Analisis Tingkat Kehilangan Air PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Pada Zona 1 dengan Metode Infrastructure Leakage Index (ILI)*". Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Selama persiapan penyusunan tugas akhir ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yaitu Ayahanda Edison dan Ibunda Roslaini yang tanpa lelah mendukung dan memberi doa dan restu bagi penulis agar dapat menjalani kehidupan ini lebih baik lagi.
2. Dr. Azhar Amsal, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Ibu Yeggi Darnas, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, selaku Koordinator Tugas Akhir, sebagai dosen Penasehat Akademik dan juga selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis dalam pengerjaan Tugas akhir ini dari awal sampai akhir.
5. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis dalam pengerjaan Tugas akhir ini dari awal sampai akhir.
6. Bapak Teuku Muhammad Ashari, M.Sc., selaku Dosen Penguji I dalam sidang munaqasyah.

7. Bapak Arief Rahman, M.T., selaku Dosen Penguji II dalam sidang munaqasyah.
8. Seluruh Dosen Teknik Lingkungan yang telah memberikan motivasi, ilmu serta pengetahuan tentang keilmuan teknik lingkungan kepada penulis.
9. Kak Nurul Huda dan Ida, yang sudah banyak membantu dalam proses administrasi.
10. Seluruh Staf Tata Usaha Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
11. PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh yang telah membantu dalam pengumpulan data dan memberikan pengetahuan, wawasan serta bimbingan demi terselesaikannya tugas akhir ini.
12. Mella Saleha Saha dan Taufiq Hidayat, selaku sahabat seperjuangan yang senantiasa menemani dan menjadi *partner* terbaik dari awal hingga berakhirnya penelitian.
13. Teman-teman seperjuangan Simahara Yani, Desi Elvida, Raihan Rani dan seluruh teman-teman Teknik Lingkungan khususnya angkatan 2016 yang sudah ikut membantu dengan sepenuh hati dan memberikan doa serta dukungan kepada saya.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT., berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun tetap penulis harapkan untuk lebih menyempurnakan Tugas Akhir ini.

Banda Aceh, 28 Januari 2021
Penulis,

Cindy Veronica Nelson

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN ..... **i**
LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR ..... **iii**
ABSTRAK ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR GAMBAR ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG ..... **xii**

BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 5
1.5 Batasan Penelitian 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**
2.1 Kehilangan Air 6
2.1.1 Bentuk Kehilangan Air 7
2.1.2 Sumber Kehilangan Air 8
2.1.3 Kerugian Akibat Kehilangan Air 10
2.2 *Water Balance* (Neraca Air) 11

2.3 *Infrastructure Leakage Index* (ILI) 15
2.3.1 Perhitungan *Infrastructure Leakage Index* (ILI) 15

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 18
3.2 Alat 20
3.3 Metode 20
3.4 Metode Pengumpulan Data 20
3.5 Analisis Data 23

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 24
4.1 Tingkat Kehilangan Air Non Fisik Akibat Ketidakakuratan Meter Air Pelanggan... 24
4.1.1 Tingkat Kehilangan air PDAM Tirta Daroy Zona 1 Tahun 2020 28
4.1.2 Tingkat Kehilangan Air Non Fisik Zona 1 Tahun 2020 30
4.2 Tingkat Kehilangan Air dengan Penyusunan Neraca Air Zona 1 Tahun 2020..... 31
4.2.1 Neraca Air PDAM Tirta Daroy Zona 1 Tahun 2020 32
4.3 Tingkat Kehilangan Air Fisik dengan metode ILI Zona 1 Tahun 2020..... 34
4.4 Rekomendasi Strategi Penurunan Tingkat Kehilangan Air Zona 1 Tahun 2020 37

BAB V PENUTUP 39
5.1 Kesimpulan 39
5.2 Saran 40

DAFTAR PUSTAKA 41
LAMPIRAN A GAMBAR 44
LAMPIRAN B TABEL 55
LAMPIRAN C PERHITUNGAN NERACA DAN ILI 74
RIWAYAT HIDUP PENULIS 77

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 3.1 Peta Kota Banda Aceh 18
Gambar 3.2 Peta Zona 1 Wilayah Pelayanan Cabang Syiah Kuala 19
Gambar 3.3 Peta Lokasi Penelitian..... 19
Gambar 3.4 Manometer 20
Gambar 3.5 Diagram Alur Penelitian 22

DATAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 *Water Balance* (Neraca Air) 14
Tabel 2.2 Tabel Matriks Kehilangan Air Fisik 16
Tabel 2.3 Penjelasan Tindak Lanjut Tabel Matriks Kehilangan Air Fisik 17
Tabel 4.1 Hasil Penyimpangan Meter Air Pelanggan Terhadap Pengukuran Volume Air Menggunakan Gelas Ukur 24
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Tambahan Terhadap Debit Air Rata-rata 25
Tabel 4.3 Jumlah Distribusi Air PDAM Tirta Daroy Zona 1 Tahun 2020 29
Tabel 4.4 Jumlah Air yang Terjual Pada Rekening Tagihan dan Total Pendapatan PDAM Tirta Daroy Zona 1 Tahun 2020 29
Tabel 4.5 Kehilangan Air PDAM Tirta Daroy Zona 1 Tahun 2020 30
Tabel 4.6 Kehilangan Air Non Fisik Akibat Ketidakakuratan Meter Pelanggan 30
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Data Sekunder untuk Penyusunan Neraca Air 32
Tabel 4.8 Neraca Air PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 2020 34
Tabel 4.9 Pengukuran Tekanan PDAM Tirta Daroy Zona 1 Tahun 2020 36
Tabel 4.10 Data Sekunder Hasil Wawancara 36

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan/lambang	Kepanjangan/makna	Halaman pertama kali digunakan
WHO	*World Health Organization*	1
PDAM	Perusahaan Daerah Air Minum	1
BPPSPAM	Badan Peningkatan Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum	1
ILI	*Infrastructure Leakage Index*	3
IWA	*International Water Association*	11
AR	Air Berekening	14
ATR	Air Tak Berekening	14
WLCC	*Water Loss Control Committee*	15
AWWA	*American Water Works Association*	15
CAPL	*Current Annual Volume of Physical Losses*	15
MAAPL	*Minimal Achievable Annual Physical Losses*	15
LM	*Length of Mains*	15
NC	*Number of service Connections*	15
LP	*Length of service Connections*	16
P	*Average Pressure*	16
SR	Sambungan Rumah	21
P0	Penyimpangan Nol	24
PP	Penyimpangan Positif	24
PN	Penyimpangan Negatif	24
DMA	*District Metered Area*	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan penting makhluk hidup. Air dimanfaatkan banyak sektor seperti industri, domestik, perikanan, peternakan, lingkungan serta energi. Tidak ada satupun yang dapat menggantikan fungsi dari air (Rustan dkk., 2019). Menurut *World Health Organization* (WHO) untuk area urban keperluan terhadap air sekitar 85-250 liter/orang/hari (Sya'bani, 2016). Selain itu, Menurut Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum juga telah mengelompokkan keperluan air berdasarkan kota kecil dan kota besar yaitu keperluan air untuk kota kecil berkisar 125 ltr/org/hr sedangkan untuk kota besar berkisar 200-250 ltr/org/hr (Mamo & Juran, 2014).

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) merupakan salah satu badan usaha milik daerah yang fokusnya dalam pendistribusian air minum bagi masyarakat umum. Keberadaan PDAM diharapkan mampu mendistribusikan air dan dapat memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat dengan merata. Jika sistem distribusi yang terjadi tidak berjalan dengan baik, akan menimbulkan banyak permasalahan, salah satunya yaitu aliran air yang didistribusikan tidak akan merata yang diakibatkan oleh kurangnya tekanan air. Berdasarkan penilaian oleh Badan Peningkatan Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum (BPPSPAM) dari 380 PDAM di setiap Kabupaten/Kota di Indonesia, terdapat PDAM yang sehat, kurang sehat dan sakit. Jumlah PDAM sehat yaitu 224 atau sekitar 58,94% dengan angka rata-rata kinerja 3,43, PDAM kurang sehat yaitu 102 atau sekitar 26,84% dengan angka rata-rata kinerja 2,33 serta PDAM yang sakit yaitu 54 atau sekitar 14,21% dengan angka rata-rata kinerjanya 1,45 (BPPSPAM, 2019). Salah satu yang dapat mempengaruhi nilai kinerja PDAM adalah tingkat kehilangan air.

Kehilangan air menjadi salah satu permasalahan yang paling banyak terjadi di setiap PDAM yang ada menjadi salah satu permasalahan yang paling banyakterjadi di setiap PDAM yang ada di Indonesia. Kehilangan air ini dapat berupa kehilangan air fisik yang disebab disebabkan adanya kebocoran pada pipa maupun limpahan tangki reservoir dan kehilangan air non fisik yang disebabkan oleh konsumsi tak sah, kesalahan dalam pembacaan meter, ketidaktelitian meter pelanggan, pencurian air, penanganan data buruk serta adanya sambungan illegal (Puspitasari & Purnomo, 2017). Kehilangan air yang terjadi ini dapat merugikan sistem penyediaan air minum, baik terhadap PDAM itu sendiri maupun pelanggan. Salah satu tujuan sistem penyediaan air minum untuk wilayah perkotaan adalah pelayanan sampai ke rumah pelanggan karena keberhasilan pelayanan sistem penyediaan air minum ini dilihat berdasarkan kepuasan pelanggan (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018). Contohnya seperti kehilangan air fisik, maka hal ini dapat meningkatkan biaya operasional PDAM karena air teralihkan dan tidak sampai ke pelanggan, dan jika kehilangan air non fisik yang terjadi, dapat mengurangi sumber pendapatan pada PDAM, dikarenakan membuat PDAM fokus terhadap usaha-usaha dalam pemenuhan kebutuhan-kebutuhan pelanggan yang semakin meningkat (Farley dkk., 2008; Kementerian PUPR, 2018).

Standar nasional tingkat kehilangan air maksimal berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 20/PRT/M/2006 adalah 20%. Namun pada kenyataannya rata-rata kehilangan air di Indonesia sudah melebihi batas standar nasional yaitu 37% (Kementerian PUPR, 2018). Salah satu PDAM yang ada di Indonesia dengan tingkat kehilangan air melebihi batas standar nasional yaitu PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh. Berdasarkan Buku Kinerja BUMD SPAM Tahun 2019 Wilayah I, tingkat kehilangan air PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh yaitu 37,43%. Oleh karena angka kehilangan air yang sudah melebihi batas standar nasional, maka sangat diperlukan strategi untuk mengurangi tingkat kehilangan airtersebut. Beberapa hal yang dapat dilakukan PDAM guna mengurangi tingkat kehilangan air yaitu pengecekan atau penggantian terhadap meter produksi, meter

pelanggan yang rusak maupun sambungan yang sudah tua, kemudian juga dapat melakukan pengecekan atau memperbaharui data pelanggan, pemutusan sambungan liar, melakukan survei terhadap pelanggan dengan pemakaian yang besar, melakukan pengecekan kebocoran maupun limpahan, serta dapat memberikan pelatihan pembacaan meter bagi petugas yang kurang terampil. Menurut Kementerian PUPR (2018), pemecahan masalah kehilangan air ini terikat pada seluruh bagian yang ada di dalam PDAM yaitu pada manajemen aset, operasi komersial, operasi dan pemeliharaan, kapasitas kecakapan teknis, data informasi, dukungan manajemen, alokasi dana serta adanya dukungan dari setiap pelanggan PDAM.

Namun, langkah pertama sekali yang harus dilakukan untuk memulai program pemecahan permasalahan ini yaitu dengan melakukan analisis terhadap tingkat kehilangan air pada salah satu zona PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh yaitu Zona 1 Wilayah Pelayanan Cabang Syiah Kuala, karena pada Zona 1 telah ada penerapan sistem jaringan distribusi *District Metered Area* (DMA). Sehingga, diperlukan analisis untuk mengetahui kehilangan air dengan adanya penerapan DMA. Analisis tingkat kehilangan air akan dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu *Water Balance* (Neraca Air) dan *Infrastructure Leakage Index* (ILI). Analisis ini dilakukan agar dapat diketahui kondisi nyata dari sistem pemasok air minum serta setiap komponen kehilangan air fisik maupun non fisik pada wilayah layanan secara lebih spesifik, sehingga nantinya dapat ditemukan solusi maupun strategi yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan kehilangan air tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun Rumusan Masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana tingkat kehilangan air non fisik akibat ketidakakuratan meter air pelanggan di Zona 1 wilayah pelayanan Cabang Syiah Kuala PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Pada Kecamatan Syiah Kuala (Gampong Jeulingke, Perumnas Lingke dan Tibang) dan Kuta Alam (Gampong Kuta Alam, Asrama TNI AD dan Asrama Polri, Gampong Lampulo)?

2. Bagaimana tingkat kehilangan air PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Tahun 2020 pada Zona 1 wilayah pelayanan Cabang Syiah Kuala Pada Kecamatan Syiah Kuala (Gampong Jeulingke, Perumnas Lingke dan Tibang) dan Kuta Alam (Gampong Kuta Alam, Asrama TNI AD dan Asrama Polri, Gampong Lampulo)dengan penyusunan *Water Balance* (Neraca Air)?
3. Bagaimana tingkat kehilangan air fisik PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Tahun 2020 pada Zona 1 wilayah pelayanan Cabang Syiah Kuala Pada Kecamatan Syiah Kuala (Gampong Jeulingke, Perumnas Lingke dan Tibang) dan Kuta Alam (Gampong Kuta Alam, Asrama TNI AD dan Asrama Polri, Gampong Lampulo) dengan metode *Infrastructure Leakage Index* (ILI)?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui tingkat kehilangan air non fisik akibat ketidakakuratan meter air pelanggan di Zona 1 wilayah pelayanan Cabang Syiah Kuala PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Pada Kecamatan Syiah Kuala (Gampong Jeulingke, Perumnas Lingke dan Tibang) dan Kuta Alam (Gampong Kuta Alam, Asrama TNI AD dan Asrama Polri, Gampong Lampulo).
2. Mengetahui tingkat kehilangan air PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Tahun 2020 pada Zona 1 wilayah pelayanan Cabang Syiah Kuala Pada Kecamatan Syiah Kuala (Gampong Jeulingke, Perumnas Lingke dan Tibang) dan Kuta Alam (Gampong Kuta Alam, Asrama TNI AD dan Asrama Polri, Gampong Lampulo) dengan penyusunan *Water Balance* (Neraca Air)**.**
3. Mengetahui tingkat kehilangan air fisik PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Tahun 2020 pada Zona 1 wilayah pelayanan Cabang Syiah Kuala Pada Kecamatan Syiah Kuala (Gampong Jeulingke, Perumnas Lingke dan Tibang) dan Kuta Alam (Gampong Kuta Alam, Asrama TNI AD dan Asrama Polri, Gampong Lampulo) dengan metode *Infrastructure Leakage Index* (ILI).

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Dapat menemukan solusi serta rekomendasi upaya dalam pengendalian tingkat kehilangan air pada sistem penyediaan air minum PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh.
2. Sebagai bahan evaluasi maupun masukan terkait kehilangan air bagi PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh.
3. Sebagai optimasi dalam pelayanan air bersih di PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun Batasan dari Penelitian ini yaitu:

1. Wilayah pelayanan yang dipilih pada penelitian ini yaitu Zona 1 Cabang Syiah Kuala Pada Kecamatan Syiah Kuala (Gampong Jeulingke, Perumnas Lingke dan Tibang) dan Kuta Alam (Gampong Kuta Alam, Asrama TNI AD dan Asrama Polri, Gampong Lampulo).
2. Penelitian ini tidak menganalisis jenis dan umur jaringan pipa wilayah pelayanan PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1.
3. Perhitungan yang akan dilakukan meliputi tingkat kehilangan air, besar kehilangan air dalam rupiah, besar kehilangan air dari meter pelanggan, serta perhitungan indeks kebocoran.
4. Tidak memperhitungkan kebutuhan air pelanggan pada Tahun 2020.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kehilangan Air

Kehilangan air dapat diartikan sebagai suatu angka yang dapat memperlihatkan perbedaan antara volume air pada sistem pemasokan air bersih (*supplied water*) dengan volume air yang dapat dikonsumsi (*consumed water*) oleh pelanggan sehingga dapat dikatakan bahwa kehilangan air ini yaitu jumlah air yang telah hilang dan tidak dapat dijadikan pendapatan untuk PDAM. Tingkat kehilangan air yaitu persentase yang dapat menunjukkan besarnya jumlah air yang diproduksi oleh PDAM yang tidak dapat ditagih sehingga tidak bisa menjadi sumber pendapatan bagi PDAM . Jika tingkat kehilangan air relatif tinggi pada sistem perpipaan PDAM, hal ini sesungguhnya menunjukkan cerminan dari pengelolaan PDAM yang tidak efisien (Kementerian PUPR, 2018). Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 20/PRT/M/2006 standar nasional tingkat kehilangan air maksimal yaitu 20% dengan persentase yang didapatkan dari batas-batas efisiensi dan ekonomi perusahaan sebagai berikut (Efendi, 2018):

a) Kebocoran di sistem distribusi = 5%
b) Kebocoran pada pipa konsumen = 5%
c) Ketelitian pengukuran meteran air = 3-5%
d) Pengoperasian serta perawatan = 3%
e) Kehilangan air komersial = 2%

18% - 20%

Namun pada kenyataannya rata-rata tingkat kehilangan air di Indonesia sudah melebihi batas standar nasional yaitu 37% (el Ahmady, 2014). Angka ini sungguh mempengaruhi kemampuan suplai air bersih ke pelanggan.Perhitungan terhadap tingkat kehilangan air perlu dilakukan karena dengan tujuan agar setiap titik pada wilayah pelayanan kebutuhan airnya masih dapat terpenuhi (Saparina, 2017).

Jenis kehilangan air ini terbagi atas (Herlina dkk., 2017):

a. Kehilangan air tercatat misalnya, air yang digunakan untuk rangkaian pengoperasian serta pemeliharaan sistem penyediaan air minum
b. Kehilangan air tanpa tercatat misalnya, adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi, reservoir, kesalahan meter pelanggan dan produksi, sambungan liar, air yang tidak tercatat pada meteran dikarenakan meteran yang rusak, pembuatan rekening yang salah.

Tingkat kehilangan air, dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Puspitasari & Purnomo,2017; Siregar & Mulia, 2013).

$$\text{Kehilangan air} = D - K \qquad \text{(Pers. 2.1)}$$

Keterangan:

D= Jumlah Air distribusi (m^3)

K= Jumlah Air di Meter Tagihan (m^3/ tahun)

$$\text{Tingkat Kehilangan Air } (m^3/\text{tahun}) = \frac{\text{Kehilangan air}}{D} \times 100\% \qquad \text{(Pers. 2.2)}$$

2.1.1 Bentuk Kehilangan Air

Bentuk kehilangan air terdiri atas dua yaitu:

1. Kehilangan air fisik atau sering disebut dengan kehilangan air sebenarnya (*real losses*) atau kebocoran.

Kehilangan air yang tergolong kedalam kehilangan air tanpa tercatat. Kehilangan air fisik ini biasanya disebabkan oleh jaringan perpipaan yang sudah tua atau rusak. Namun tidak hanya itu, ini juga bisa terjadi karena jaringan pipa yang masih muda, dengan kualitas pipa yang digunakan kurang bagus serta masih terdapat kelalaian dalam pemasangan pipa sehingga masih sering terjadinya kebocoran pada pipa (Efendi, 2018). Tiga komponen kehilangan air fisik yaitu (Farley dkk., 2008; Efendi, 2018):

a. Kebocoran pada pipa distribusi serta perlengkapannya misalnya kebocoran pada badan pipa, alat sambung, *air* dan *gate valve* serta perbaikan dan pengurasan jaringan pipa.

b. Luapan pada reservoir misalnya, kebocoran pada badan pipa, sambungan, aksesoris dan *water meter*.
c. Kebocoran pada titik pipa dinas sampai ke meter pelanggan misalnya, kebocoran pada tangki reservoir, terjadinya *overflow* serta terjadinya kebocoran pada peralatan.

2. Kehilangan air non fisik atau sering disebut dengan *apparent losses*.

Apparent losses atau kehilangan air non fisik yaitu sejumlah air yang hilang pada sistem distribusi air minum, dan tidak dapat terlihat secara nyata adanya air yang mengalir keluar dari jaringan perpipaan maupun keluar dari batas wilayah pelayanan PDAM (air yang hilang itu tidak tampak). Namun, bisa juga dengan kondisi air yang sudah melalui meteran tetapi tidak tercatat dengan akurat sehingga, kondisi ini menyebabkan air yang hilang tersebut tidak dapat masuk kedalam proses perhitungan tagihan pemakaian air. Kehilangan air non fisik atau komersial ini merupakan masalah yang sangat kompleks di suatu PDAM, karena volume air yang ada tinggi jika dibandingkan dengan kehilangan air fisik. Dengan kata lain, jika pengurangan kehilangan air non fisik dapat meningkatkan pendapatan untuk PDAM beda halnya dengan kehilangan air fisik, pengurangannya dapat mengurangi biaya produksi (Efendi, 2018; Farley dkk., 2008).

Kehilangan air non fisik atau komersial memiliki empat komponen penting yaitu (Efendi, 2018):

a. Konsumsi yang tak resmi
b. Ketidaktelitian meter air pelanggan
c. Kesalahan dalam pembacaan meter dan penanganan data
d. Adanya sambungan liar (*Illegal Connection*)

2.1.2 Sumber Kehilangan Air

Menurut Efendi (2018), kehilangan air dapat bersumber dari empat hal yaitu:

a. Meteran air

Beberapa fungsi dari meteran air antara lain yaitu untuk mengetahui seberapa besar air yang telah dikonsumsi untuk keperluan pelanggan, jumlah produksi air,

dapat menghitung tarif air dan rekening pelanggan serta dapat memperkirakan seberapa besar kehilangan air yang terjadi pada sistem instalasi secara keseluruhan. Meteran air ini memiliki sedikit kelemahan sehingga nantinya dapat memperlihatkan kekurangtelitian pada saat dioperasikan. Kelemahan ini dapat diakibatkan oleh kecepatan aliran dan udara. Kecepatan aliran ini sangat bergantung pada tekanan air, dan juga sangat dapat mempengaruhi debit aliran minimal yang diperlukan untuk menggerakkan alat penghitung meteran air (*starting flow*) sehingga jika kecepatan alirannya rendah (berada di bawah *starting flow*) maka tidak akan tercatat pada meteran air. Selain itu udara juga dapat mempengaruhi ketelitian dari meteran air, yang dilihat jika pengoperasian suatu instalasi distribusi air yang aktif secara periodik berhenti, udara akan ikut masuk menuju bagian dalam pipa distribusi melalui celah disambunganpipa, katup yang kurang tertutup (terbuka) maupun pipa yang sudah bocor. Meter air ini perlu diakurasi untuk mengetahui kemampuannya dalam membaca jumlah air yang terpakai oleh pelanggan. Perhitungan hasil uji akurasi dari meter air pelanggan menggunakan Pers 2.3 (Puspitasari & Purnomo, 2017).

$$(P): \sum (Mr-Mc) \qquad \text{(Pers. 2.3)}$$

Dimana:

Penyimpangan (P) : Penyimpangan (L)

Metre Reference (Mr): Angka yang menunjukkan jumlah air yang mengalir (L)

Metre Customer (Mc): Angka yang terbaca pada meter air pelanggan (L)

b. Pipa Transmisi dan Pipa Distribusi

Kehilangan air pada pipa transmisi dan distribusi biasanya dapat disebabkan oleh kebocoran pada pipa, dengan kondisi tidak seimbangnya tekanan air di dalam dan di luar pipa, konstruksi pipa yang kurang kokoh, beban yang datang dari luar terhadap pipa seperti kendaraan yang lewat dapat menambah daya pikul pipa menjadi lebih besar maupun terjadinya korosi pada pipa sehingga dapat membuat pipa menjadi retak atau pecah.

c. Sambungan liar

Hal ini biasanya pipa distribusi di tapping tanpa diketahui oleh PDAM dengan tujuan supaya air yang telah dipakai tidak tercatat pada meteran sehingga tidak perlu membayar tagihan air.

d. Kesalahan administrasi

Kesalahan administrasi dapat berupa:

1. Penagihan yang masih kurang teratur serta tidak sesuai dengan ketetapan sistem yang diterapkan.
2. Kesalahan dalam pembacaan serta pencatatan meteran air.
3. Pemakaian yang diperuntukkan untuk taman-taman kota, hidran dan infrastruktur lainnya yang tidak dapat diketahui dengan jelas dikarenakan tidak adanya meter air.

2.1.3 Kerugian Akibat Kehilangan Air

Tiga kerugian akibat kehilangan air antara lain (Efendi, 2018):

a. Pada segi kuantitas dan kualitas air

Pada segi kuantitas dapat dilihat saat air yang dapat digunakan oleh pelanggan berkurang jumlahnya, sedangkan dari segi kualitas hal ini dapat terjadi akibat pipa yang bocor sehingga dapat masuk kotoran dari luar pipa yang secara langsung dapat mempengaruhi kualitas air yang akan didistribusikan.

b. Pada segi tekanan air

Pelanggan PDAM memerlukan sambungan air dengan tekanan yang mencukupi hingga titik akhir pelayanan. Oleh karena itu, jika kehilangan air dalam bentuk kebocoran pada pipa terjadi dapat menyebabkan tekanan air berkurang dan membuat air tidak mengalir hingga titik akhir distribusi pelayanan.

c. Pada segi keuangan

Akibat kehilangan air jika dilihat dari segi keuangan, antara lain:

1. Biaya produksi air dan biaya untuk mengurangi tingkat kehilangan air juga akan lebih meningkat.

2. Kehilangan air yang terjadi akan membuat jumlah air yang dapat terjual menjadi berkurang, sehingga pendapatan yang akan diterima PDAM otomatis juga akan berkurang.
3. Jumlah produksi air harus ditingkatkan, mengingat hal ini untuk menutupi banyaknya air yang hilang, baik fisik maupun non fisik.

Besarnya Kehilangan Air dalam Rupiah dapat dihitung menggunakan rumus (Fatimah dkk., 2019).

$$\text{Harga Tarif Rata-rata} = \frac{\text{Data Tarif Air (/thn)}}{\text{Jumlah Air yang Terjual (m}^3\text{/thn)}} \times 100\% \quad \text{(Pers. 2.4)}$$

$$\text{Kehilangan Air (Rp)} = \text{Kehilangan Air (m}^3\text{/tahun)} \times \text{Tarif Rata-rata (/m}^3\text{)} \quad \text{(Pers. 2.5)}$$

2.2 *Water Balance* (Neraca Air)

Neraca air merupakan kesetimbangan antara volume air yang disalurkan dengan volume air yang dapat diterima oleh pelanggan. Neraca air ini dapat merincikan serta mengindentifikasikan setiap komponen kehilangan air fisik dan non fisik (Kementerian PUPR, 2018). Neraca air ini juga merupakan audit air yang dilakukan untuk memahami seberapa besar air yang telah masuk ke dalam sistem pendistribusian serta memahami penggunaan air dan air yang hilang pada sistem (Kementerian PUPR, 2019). Rumus sederhana neraca air yaitu:

$$\text{Volume Input Sistem} = \text{Konsumsi Resmi} + \text{Kehilangan Air} \quad \text{(Pers.2.6)}$$

Satu struktur yang baku untuk neraca air internasional telah dikembangkan oleh Asosiasi Air Internasional (*International Water Association*/IWA) yang juga kemudian diadopsi oleh asosiasi-asosiasi nasional di berbagai negara di dunia. Neraca ini sangat penting dilakukan pada setiap PDAM karena sebagai *benchmarking* dan komunikasi antar PDAM. Neraca air ini dibuat sebagai alat yang digunakan untuk memperkirakan komponen kehilangan air serta merencanakan strategi untuk menurunkan tingkat kehilangan air tersebut di suatu PDAM. Neraca air terdiri dari 18 komponen (Tabel 2.1). Adapun penjelasan dari setiap komponen kehilangan air di atas yaitu (Kementerian PUPR, 2018):

1. Volume Input Sistem adalah volume input air per tahun ke dalam jaringan pipa penyediaan air minum.
2. Konsumsi Resmi adalah volume air bermeter dan tidak bermeter oleh pelanggan yang terdaftar resmi, dan pihak lain yang sudah memperoleh kewenangan mengambil air.
3. Kehilangan Air adalah beda antara nilai Volume Input Sistem dan nilai Konsumsi Resmi yang secara umumnya sering dianggap sebagai volume total air pada seluruh jaringan.
4. Konsumsi Resmi Berekening merupakan bagian dari konsumsi resmi yang dapat ditagih dan bisa menghasilkan pemasukan yang biasa dikenal dengan sebutan Air Berekening.
5. Konsumsi Resmi Tak Berekening merupakan bagian dari konsumsi resmi yang pemakaiannyasah namun tidak dapat ditagih sehingga tidak menghasilkan pemasukan.
6. Kehilangan Non Fisik/Non Teknis adalah menyangkut semua jenis ketidakakuratan meter pelanggan, penanganan data yang masih kurang yang datanya didapatkan pada pembacaan meter dan perekeningan, adanya pencurian air ataupun penggunaan air yang illegal.
7. Kehilangan Fisik atau Teknis adalah kehilangan air fisik dari tangki penyimpanan air sampai ke titik pelanggan, segala jenis kebocoran, maupun luapan reservoir, serta pipa dinas, sampai dengan setelah pembacaan meter.
8. Konsumsi Bermeter Berekening adalah menyangkut seluruh konsumsi bermeter yang dikenai pembayaran. Seperti untuk pelanggan rumah tangga, komersial, industri maupun lembaga dan juga termasuk air yang disalurkan ke luar dari jaringan pelayanan PDAM bermeter serta dapat ditagih.
9. Konsumsi Tak Bermeter Berekening merupakan seluruh konsumsi yang berekening namun tidak bermeter, misalnya penagihan terhadap pemakaian air oleh pelanggan sesuai jangka waktu meter pelanggan dan bisa menjadi komponen konsumsi namun tanpa meter universal.

10. Konsumsi Bermeter Tak Berekening dapat berupa konsumsi yang bermeter pada PDAM tanpa dikenai pembayaran. Contohnya air yang digunakan sendiri bagi PDAM tanpa adanya pungutan biaya serta air yang disalurkan secara cuma-cuma kepada instansi yang bermeter namun tidak dapat direkeningkan.
11. Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening adalah mencakup konsumsi resmi yang tidak diukur meternya dan juga tidak dikenai pembayaran. Komponen ini dapat berupa keperluan untuk pemadaman kebakaran, pencucian pipa dan saluran pembuangan, pembersihan jalan serta penggunaan air untuk keperluan operasional bagi PDAM.
12. Konsumsi Tak Resmi merupakan penggunaan air tetapi secara tidak sah. Penggunaan airnya dapat berupa penggunaan air secara illegal (hidran air, sambungan illegal, serta perusakan meter).
13. Ketidakakuratan Meter Pelanggan dan Kesalahan Penanganan Data dapat berupa kehilangan air secara komersial (non fisik) yang disebabkan ketidakakuratan meter air pelanggan serta kesalahan dalam penanganan data ketika membaca meteratau input data untuk rekening.

Besar Kehilangan Air dari Meter Pelanggan dapat dihitung menggunakan rumus (Puspitasari & Purnomo, 2017).

$$\% \text{ Akurasi Meter} = \frac{\text{Penyimpangan (L)}}{\text{Jumlah Sampel (unit meter air)}} \times 100\% \qquad \text{(Pers. 2.7)}$$

$$\text{Kehilangan Air dari Meter Pelanggan} = \% \text{ Akurasi Meter} \times \text{Kehilangan Air } (m^3/\text{ tahun}) \qquad \text{(Pers. 2.8)}$$

14. Kebocoran Pada Perpipaan serta peralatannya berupa air yang hilang akibat adanya kebocoranyang terjadi pada pipa transmisi dan distribusi. Kebocoran ini dapat menyerupai kebocoran yang dilaporkan (biasanya terlihat dan dilaporkan segera oleh masyarakat maupun staf PDAM), kebocoran yang tidak dilaporkan yang terjadi di bawah tanah sehingga tidak dapat dilihat langsung oleh mata, serta kebocoran kecil berupa kebocoran-kebocoran kecil yang mana tidak efektif dan juga efisien jika dilakukan perbaikan.

15. Kebocoran dan Limpahan Pada Tangki Reservoir dapat berupa kehilangan air yang dikarenakan kebocoran atau limpahan air pada tangki reservoir. Biasanya permasalahan ini disebabkan oleh permasalahan operasional.
16. Kebocoran Pipa Dinas hingga ke Meter Pelanggan berupa kehilangan air akibat dari kebocoran dan kerusakan pada sambungan pipa dinas baik dari titik keran sampai titik penggunaan air oleh pelanggan.
17. Air Berekening (AR) merupakan komponen dari konsumsi resmi atau sah yang dapat ditagih dan berekening serta dapat dijadikan pemasukan.
18. Air Tak Berekening (ATR) merupakan bagian dari volume input sistem yang tidak dapat ditagih dan berekening sehingga tidak dapat dijadikan sebagai pemasukan.

Tabel 2.1 *Water Balance* (Neraca Air)

<table>
<tr><td rowspan="10">Volume Input Sistem</td><td rowspan="4">Konsumsi Resmi</td><td rowspan="2">Konsumsi Resmi Berekening</td><td>Konsumsi Bermeter Berekening</td><td rowspan="2">Air Berekening (AR)</td></tr>
<tr><td>Konsumsi Tak Bermeter Berekening</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Konsumsi Resmi Tak Berekening</td><td>Konsumsi Bermeter Tak Berekening</td><td rowspan="8">Air Tak Berekening (ATR)</td></tr>
<tr><td>Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Kehilangan Air</td><td rowspan="2">Kehilangan Non Fisik/Non Teknis</td><td>Konsumsi Tak Resmi</td></tr>
<tr><td>Ketidakakuratan Meter Pelanggan dan Kesalahan Penanganan Data</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Kehilangan Fisik/Teknis</td><td>Kebocoran Pipa Transmisi dan Induk</td></tr>
<tr><td>Kebocoran serta Limpahan Pada Tangki Reservoir</td></tr>
<tr><td colspan="2">Kebocoran Pipa Dinas sampai Meter Pelanggan</td></tr>
</table>

(*Sumber: Permen PU No. 18 Tahun 2007*)

2.3 *Infrastructure Leakage Index* (ILI)

Infrastructure Leakage Index (ILI) merupakan suatu metode analisis yang baik dan juga menjadi indikator dari kinerja suatu PDAM berdasarkan kehilangan air fisik. Metode ini dikembangkan oleh IWA dan *Water Loss Control Committee* (WLCC) dari *American Water Works Association* (AWWA) (Efendi, 2018). Dengan adanya metode ini dapat melihat sejauh mana pengelolaan suatu jaringan distribusi sebagai pengendalian kehilangan air (Fatimah dkk., 2019). Metode ini dapat mengetahui seberapa berjalannya fungsi jaringan perpipaan, manajemen infrastruktur menuju perbaikan, aset manajemen PDAM serta *active leakage control* (Efendi, 2018). ILI merupakan perbandingan antara CAPL dan MAAPL. *Current Annual Volume of Physical Losses* (CAPL) adalah kehilangan air fisik pertahun saat ini (nyata). *Minimal Achievable Annual Physical Losses* (MAAPL) adalah minimal kehilangan air fisik tahunan yang dapat diterima (Kementerian PUPR, 2018). Rumus menghitung ILI (Silvia, 2016) dapat dilihat pada Pers. 2.9.

$$ILI = CAPL/MAAPL \qquad \text{(Pers. 2.9)}$$

Dengan:

CAPL = Kehilangan air fisik pertahun saat ini (nyata)

MAAPL = Kehilangan air fisik tahunan

2.3.1 Perhitungan *Infrastructure Leakage Index* (ILI)

Perhitungan ILI dapat dilakukan dengan langkah-langkah (Efendi, 2018; Silvia, 2016):

a. Menghitung MAAPL

$$MAAPL = (18 \text{ X } LM + 0{,}8 \text{ X } NC + 25 \text{ x } LP) \text{ x } P \qquad \text{(Pers. 2.10)}$$

Keterangan:

Length of Mains (LM) = Panjang pipa induk (km)

Number of Service Connections (NC) = Jumlah sambungan pelanggan

Length of Service Connections (LP) = Panjang sambungan pelanggan dari pipa dinas sampai meter pelanggan (panjang pipa pada halaman rumah) (km)

Average Pressure (P) = Tekanan rata-rata (m)

b. Menghitung CAPL

Perhitungan CAPL dapat diperoleh dari perhitungan kehilangan fisik pada neraca air.

c. Menghitung ILI

Perhitungan ILI dengan menggunakan Pers. 2.9.

d. Mengevaluasi ILI dengan menggunakan Matriks Target Kehilangan Air Fisik

Penjelasan dari nilai ILI yaitu sebagai berikut (Kementerian PUPR, 2018), selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 2.2:

- Nilai ILI 1-12 = Bernilai mutu bagus
- Nilai ILI 12-36 = Bernilai mutu sedang
- Nilai ILI lebih dari 36 = Bernilai mutu sangat jelek

Tabel 2.2 Tabel Matriks Kehilangan Air Fisik

Kategori Kinerja Teknis		**ILI**	**Kehilangan Air Fisik (L/sambungan/hr) (sistem dalam tekanan) dengan tekanan rata-rata**				
			10 m	**20 m**	**30 m**	**40 m**	**50 m**
Negara-negara maju	A	1-2		< 50	< 75	< 100	< 125
	B	2-4		50 – 100	75 - 150	100 – 200	125 - 250
	C	4-8		100 – 200	150 – 300	200 – 400	250 – 500
	D	>8		> 200	> 300	> 400	> 500
Negara-negara berkembang	A	1-4	< 50	<100	< 150	< 200	< 250
	B	4-8	50 – 100	100 – 200	150 – 300	200 – 400	250 – 500
	C	8-16	100 – 200	200 – 400	300 – 600	400 -800	500 – 1000
	D	>16	> 200	> 400	> 600	> 800	> 1000

(*Sumber: Kementerian PUPR, 2018*)

Tabel 2.3 Penjelasan Tindak Lanjut Tabel Matriks Kehilangan Air Fisik

Golongan	**Penjelasan Mengenai Tindak Lanjut**
A (Baik)	Perlu dilakukannya tindak lanjut pengendalian kehilangan, namun hanya saja tidak efisien, kecuali jika terjadi kelangkaan terhadap air baku, sehingga solusinya diperlukan perhitungan lebih lanjut dan teliti untuk mempertimbangkan "*Cost Efectiveness*"
B (Cukup Baik)	Berpotensi dalam pengendalian kehilangan air, namun perlu mempertimbangkan pengelolaan dari segi tekanannya, pencarian kebocoran secara aktif dan lebih baik, serta diperlukan pemrograman dalam pemeliharaan pipa
C (Jelek)	Terjadinya kebocoran yang cukup parah, namun bisa ditoleransi hanya jika terdapat air baku PDAM yang melimpah jumlahnya dengan harga jual air yang rendah, sehingga sangat diperlukan analisis terhadap komponen-komponen kehilangan air serta berupaya dalam pengendalian kebocoran secara intensif
D (Buruk)	Terdapat kebocoran yang sangat parah, dan juga sangat tidak efisiennya sumber daya yang berperan, sehingga hal ini sangat penting dan mengharuskan untuk memprioritaskan program pengendalian kehilangan air

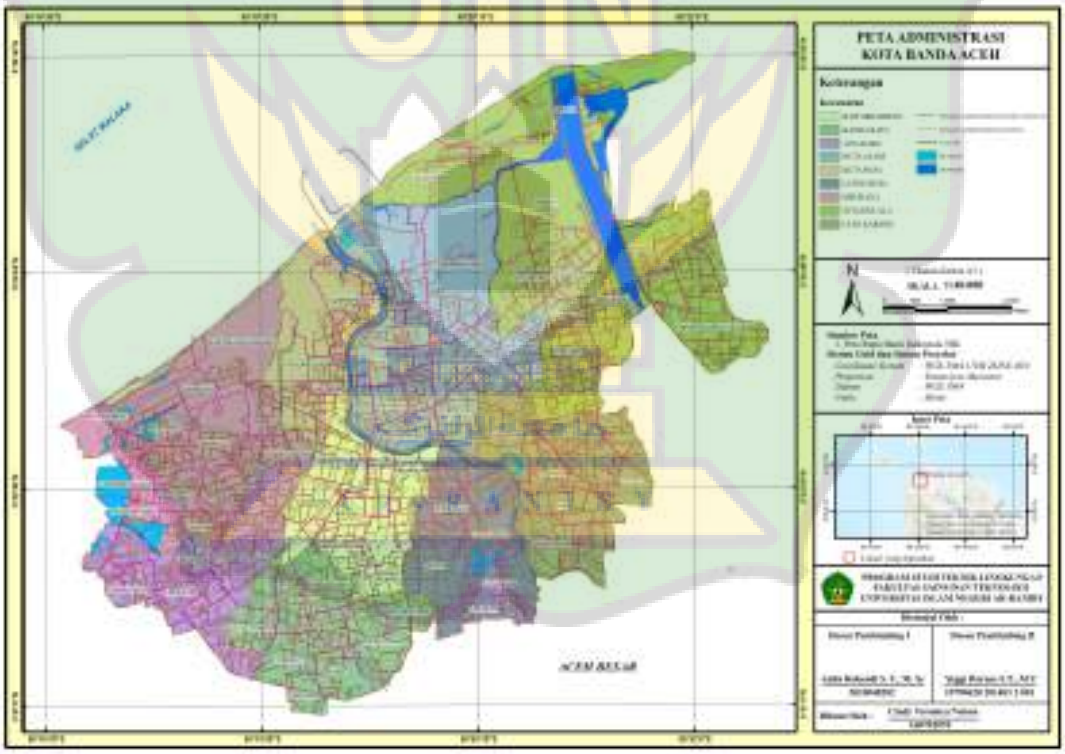
(*Sumber: Kementerian PUPR, 2018*)

BAB III

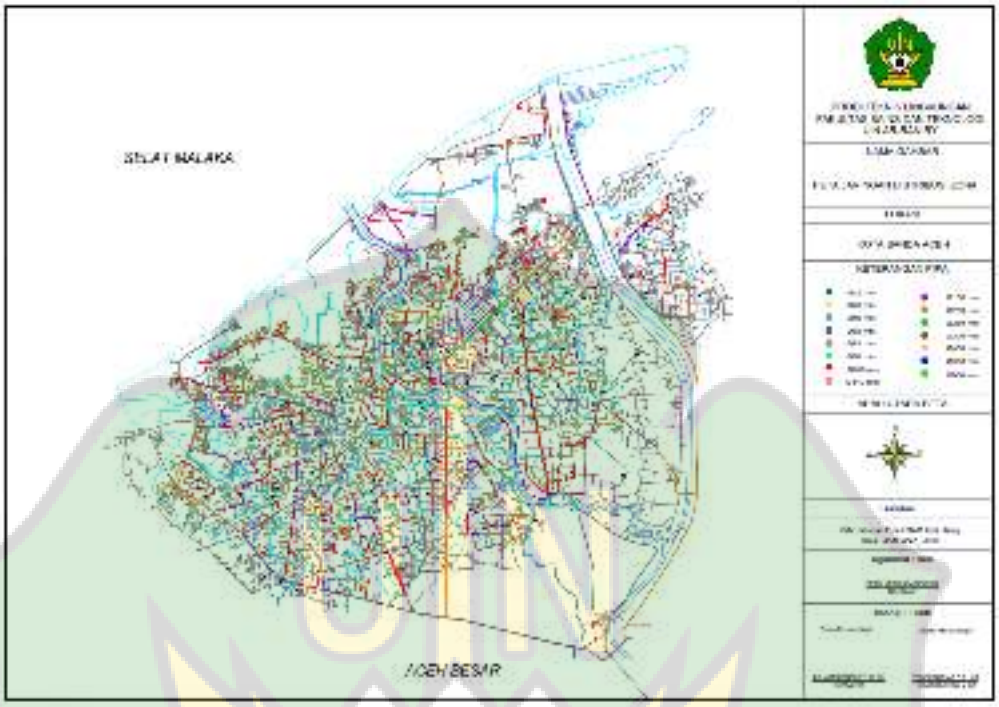
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

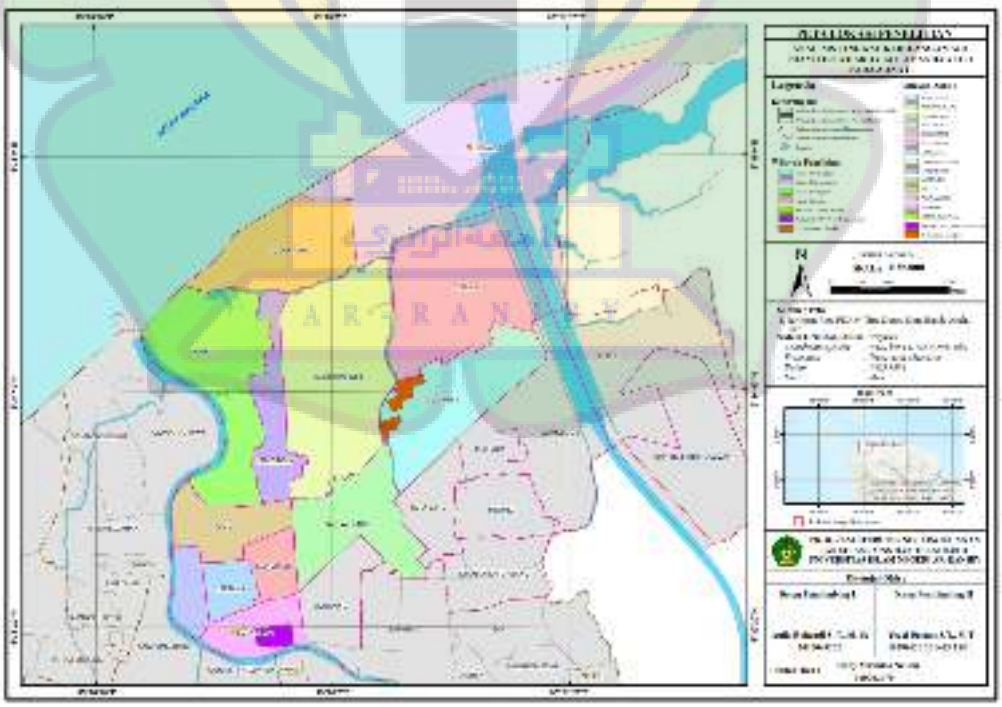
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2020 sampai Desember 2020. Penelitian dilakukan di Zona 1 wilayah pelayanan cabang Syiah Kuala yaitu Kecamatan Syiah Kuala pada Gampong Jeulingke, Perumnas Lingke dan Tibang, Kecamatan Kuta Alam pada Gampong Kuta Alam, Asrama TNI AD dan Polri dan Lampulo. Selengkapnya peta administrasi Kota Banda Aceh, Zona 1 wilayah pelayanan Cabang Syiah Kuala dan lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1, 3.2 dan 3.3.



Gambar 3.1 Peta Kota Banda Aceh



Gambar 3.2 Peta Zona 1 Wilayah Pelayanan Cabang Syiah Kuala



Gambar 3.3 Peta Lokasi Penelitian

3.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Manometer

Gambar 3.4 Manometer
(Wardhana, 2013)

2. *Beaker Glass* 1000 ml
3. Gelas ukur 1000 ml

3.3 Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan melakukan pengukuran akurasi meter pelanggan, menyusun neraca air dan menghitung ILI.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini yaitu Data Primer berupa data pengukuran tekanan menggunakan manometer dan pengukuran akurasi meter air pelanggan. Data Sekunder yang dikumpulkan pada penelitian ini yaitu data distribusi air per bulan di tahun 2020, data jumlah air dalam rekening tagihan per bulan tahun 2020, panjang total pipa induk, jumlah sambungan dan panjang pipa pelanggan, data tarif yang tercatat pada meter rekening pelanggan per bulan tahun 2020. Metode pengumpulan data dimulai dengan tahapan persiapan dengan melakukan studi literatur terhadap beberapa bahan terkait penelitian agar dapat lebih mudah dalam hal pengumpulan dan analisis data serta penyusunan hasil dari penelitian. Pengumpulan data primer dilakukan dengan melakukan pengamatan dan pengukuran secara langsung ke lapangan dengan pengukuran tekanan dan akurasi meter air pelanggan

serta wawancara dengan PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 wilayah pelayanan Cabang Syiah Kuala.

Pengukuran tekanan dilakukan dengan menggunakan manometer. Manometer diletakkan pada titik awal Zona 1 yaitu Simpang Surabaya dan Reservoir *Booster Pump* Simpang Mesra, titik tengah di Simpang Jambo Tape dan di titik akhir pipa jalur distribusi Zona 1 yaitu Lampulo. Pengukuran dilakukan selama 5 hari yaitu pada hari Sabtu, Minggu, Rabu, Sabtu dan Minggu dengan waktu pengukuran setiap titik pengukuran dilakukan pada jam 10:00, 14:00, 17:00 dan 20:00 WIB. Hasil dari pengukuran ini akan diambil rerata tekanan dan analisis tingkat kebocoran yang terjadi dapat diketahui sesuai dengan menggunakan Tabel Matriks Target Kehilangan Air Fisik.

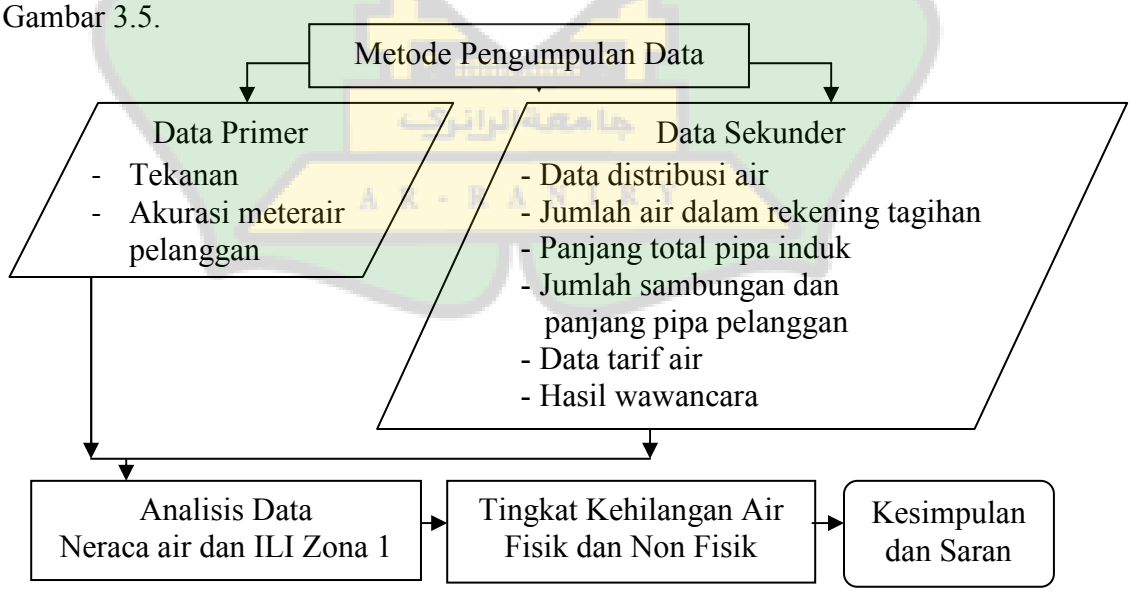
Akurasi meter air dilakukan dengan mengakurasi meter air pelanggan di Kecamatan Syiah Kuala (Gampong Jeulingke, Perumnas Lingke dan Tibang) dan Kuta Alam (Gampong Kuta Alam, Asrama TNI AD dan Polri, Lampulo) selama lima minggu dan hanya sekali pengulangan. Teknik penarikan sampel Sambungan Rumah (SR) yang akan diakurasi meter airnya menggunakan metode "*Simple Random Sampling*" (Eriyanto, 2007) dan penentuan ukuran sampelnya berdasarkan teori Roscoe (1975), dengan ukuran sampel kebanyakan penelitian yaitu lebih dari 30 serta kurang dari 500 (Muttaqin, 2018). Hal ini mengingat faktor keterbatasan dalam penelitian dimana tidak memungkinkan seluruh meter air pelanggan setiap SR yang ada harus diteliti dan juga mempertimbangkan waktu serta biaya yang akan dikeluarkan oleh peneliti (Patarianto, 2015). Maka dalam penelitian ini, jumlah Sambungan Rumah (SR) yang akan diakurasi meter air pelanggannya dipilih 100 SR di setiap kecamatan dengan akurasi meter dilakukan dalam sehari sebanyak 10 SR.

Langkah pengukuran akurasi meter air yaitu (Departemen Pekerjaan Umum, 2016):

1. Menampung air yang keluar melalui keran air ke dalam *beaker glass* hingga 1000 ml.

2. Membaca volume pada register putar meter air (angka berwarna merah) dengan resolusi x 0,0001 yang mana artinya satu putaran penuh jarum penunjuk menghasilkan volume 1 liter.
3. Mengukur volume air yang telah tertampung melalui *beaker glass* dengan menggunakan gelas ukur 1000 ml.
4. Menghitung selisih volume air yang terbaca pada meter air pelanggan dengan volume air hasil pengukuran dengan gelas ukur 1000 ml.

Pengukuran ini hanya dilakukan sekali tanpa adanya pengulangan, dengan kondisi keran air terbuka sempurna. Hasil dari pengujian nantinya akan terbaca tiga kondisi, yaitu terjadinya penyimpangan nol yaitu tidak ada perbedaan dalam bacaan air yang tertampung dan yang tercatat oleh meter air pelanggan, penyimpangan positif dimana air yang tercatat oleh meter air pelanggan lebih sedikit jumlahnya dibandingkan dengan pengukuran volume air pada keran pelanggan sehingga merugikan pihak PDAM. Sedangkan penyimpangan negatif terjadi jika air yang tercatat pada meter air pelanggan jumlahnya lebih banyak dibandingkan dengan air yang mengalir sebenarnya sehingga hal ini memberikan keuntungan bagi pihak PDAM (Puspitasari & Purnomo, 2017). Hal ini secara umum dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian

3.5 Analisis Data

Tahap analisis dilakukan perhitungan terhadap data-data yang telah diperoleh dan pengelompokannya sesuai dengan sumbernya dengan langkah sebagai berikut:

1. Menghitung tingkat kehilangan air non fisik akibat ketidakakuratan meter air pelanggan.
2. Perhitungan volume input air ke sistem.
3. Perhitungan harga tarif rata-rata 1 tahun.
4. Perhitungan biaya (Rp) akibat kehilangan air.
5. Kelompok konsumsi resmi berekening yang terdiri konsumsi bermeter berekening dan konsumsi tak bermeter berekening.
6. Kelompok konsumsi resmi tak berekening yang terdiri konsumsi bermeter tak berekening dan konsumsi tak bermeter tak berekening.
7. Penyusunan *Water Balance* (Neraca Air) Zona 1.
8. Menghitung Indeks Kebocoran (kehilangan air fisik) menggunakan metode *Infrastructure Leakage Index* (ILI) dengan analisis menggunakan Tabel Matriks Target Kehilangan Air Fisik untuk Zona 1.

جامعة الرانري
AR-RANIRY

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tingkat Kehilangan Air Non Fisik Akibat Ketidakakuratan Meter Air Pelanggan

Pengujian tingkat akurasi meter air pelanggan Zona 1 di Kecamatan Syiah Kuala pada Gampong Jeulingke, Perumnas Lingke dan Tibang serta Kecamatan Kuta Alam pada Gampong Kuta Alam, Asrama TNI AD, Asrama Polri dan Lampulo. Pengujian dilakukan mulai pada tanggal 23 Oktober 2020 sampai dengan 27 November 2020. Akurasi meter air dilakukan pada 200 SR dengan pemilihan SR secara acak. Dari uji akurasi meter air pada Kecamatan Syiah Kuala sebanyak 100 SR, terdapat 21 dari 100 meteran air pelanggan yang tidak akurat. Kemudian pengujian akurasi meter air yang juga dilakukan pada Kecamatan Kuta Alam sebanyak 100 SR terdapat 13 meteran air yang tidak akurat. Rincian hasil uji akurasi meter air pelanggan pada dua kecamatan dapat dilihat pada *Lampiran B.1*. Sedangkan rekapitulasi hasil penyimpangan meter air pelanggan pada dua kecamatan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Penyimpangan Meter Air Pelanggan Terhadap Pengukuran Volume Air Menggunakan Gelas Ukur

No	Hasil Penyimpangan	Jumlah Meter Air Pelanggan	∑ Volume (L)
1	Penyimpangan Positif	23	**14,55**
2	Penyimpangan Negatif	11	**2,6**
3	Penyimpangan Nol	166	0
Total		**200**	17,15

(*Sumber: Hasil Perhitungan, 2020*)

Berdasarkan Tabel 4.1, terlihat adanya penyimpangan nol (P0), positif (PP) dan negatif (PN). Jumlah meter air pelanggan saat akurasi meter dengan penyimpangan positif, negatif dan nol secara berturut-turut yaitu 23, 11 dan 166. P0 terjadi ketika tidak ada selisih terhadap volume air yang terkumpul dalam gelas ukur dan meteran air sedangkan PP terjadi ketika volume air yang terkumpul pada gelas ukur lebih

banyak dibandingkan dengan yang terbaca pada meteran air. Sebaliknya dengan PN volume air yang terbaca pada meteran air pelanggan lebih banyak dibandingkan dengan yang tertampung pada gelas ukur (Puspitasari dan Purnomo, 2017). Berdasarkan hasil penyimpangan akurasi meter air pelanggan yang sudah dilakukan dengan menggunakan gelas ukur satu liter dengan tanpa pengulangan, untuk memastikan hasil pengukuran tersebut akurat, maka diperlukan pengukuran tambahan yaitu dengan melakukan pengukuran dengan pengulangan sebanyak tiga kali

Pengukuran tambahan ini dilakukan hanya pada sepuluh SR dengan rincian pada Kecamatan Syiah Kuala, 1 SR dengan penyimpangan nol, 2 SR penyimpangan positif dan 2 SR penyimpangan negatif dan begitu juga pengukuran di Kecamatan Kuta Alam. Hasil pengukuran tambahan ini menunjukkan bahwa ternyata tidak ada perbedaan nilai penyimpangan dengan pengukuran awal yang telah dilakukan sebelumnya. Dengan demikian, pengukuran tanpa pengulangan dan hanya menggunakan penampungan dan bacaan satu liter (seperti data pada Tabel di *Lampiran B2*) sudah sesuai. Pada pengukuran tambahan ini juga dicatat waktu pengukuran dengan menggunakan *stopwatch* serta juga dihitung debit rata-rata. Hal ini diperlukan untuk mengetahui debit air yang terpakai oleh pelanggan dalam waktu tertentu. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Tambahan Terhadap Debit Air Rata-rata

Id Pelanggan	**Volume Tertampung (L)**			**Waktu Pengukuran (s)**			**Debit (L/s)**			**Debit Rata-rata (L/s)**
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
064653	1	1	1	38,43	38,43	38,43	0,03	0,03	0,03	0,03
064670	1	1	1	40,38	40,38	40,38	0,02	0,02	0,02	0,02
040788	1	1	1	39,44	39,44	39,44	0,03	0,03	0,03	0,03
010269	0,85	0,85	0,85	7,02	7,02	7,02	0,12	0,12	0,12	0,12
010169	0,75	0,75	0,75	13,52	13,52	13,52	0,06	0,06	0,06	0,06
017831	1	1	1	10,21	10,21	10,21	0,10	0,10	0,10	0,10
017833	1	1	1	12,31	12,31	12,31	0,08	0,08	0,08	0,08
017800	1	1	1	5,65	5,65	5,65	0,18	0,18	0,18	0,18
017796	0,95	0,95	0,95	9,7	9,7	9,7	0,10	0,10	0,10	0,10
050398	0,65	0,65	0,65	9,41	9,41	9,41	0,07	0,07	0,07	0,07

(*Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2020*)

Berdasarkan tabel pada *Lampiran B1* didapatkan penyimpangan positif yang terjadi salah satunya pada pelanggan dengan nomor Id pelanggan 55507 yang mana, air yang tertampung lebih banyak dibandingkan dengan bacaan pada meteran. Ini bisa jadi karena umur meteran sudah tujuh tahun pemakaiannya. Umur ini tentunya sudah melebihi batas teknis yaitu lima tahun, sehingga sudah selayaknya untuk diganti. Sedangkan penyimpangan negatif terjadi salah satunya pada nomor Id Pelanggan 50398 yang disebabkan karena adanya kebocoran pada saluran pipa yang belum diperbaiki sehingga air yang tertampung di dalam *beaker glass* 1000 ml jumlahnya sedikit sedangkan pada meteran terbaca lebih banyak. Menurut Puspitasari & Purnomo (2017), tidak hanya penyimpangan positif yang dapat dimasukan ke dalam perhitungan kehilangan air non fisik yang disebabkan karena ketidakakuratan meter air, namun penyimpangan negatif pun juga, karena jika volume air yang tercatat pada meter air pelanggan lebih banyak dibandingkan dengan yang tertampung pada gelas ukur dapat menutupi kerugian PDAM akibat adanya penyimpangan positif. Dapat dilihat pada Tabel 4.1, lebih banyak penyimpangan positif yang terjadi dibandingkan dengan penyimpangan negatif, hal ini mengindikasikan lebih besar kerugian PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh, dibandingkan keuntungannya.

Saat pengujian lapangan 34 dari 200 meter air pelanggan Zona 1 yang tidak akurat, terlihat meter air pelanggan ada dalam keadaan kabur seperti pada Id Pelanggan 021324, 052944, 030711, 048365. Hal ini dapat menyebabkan sulit membaca angka yang terbaca pada meteran. Selain itu juga terdapat 13 meteran yang mati (rusak) dan ada juga yang tertimbun di dalam tanah, seperti pada pelanggan yang berada di Kecamatan Syiah Kuala dan Kuta Alam dengan nomor Id Pelanggan 55729 dan 42568. Ada juga kondisi yang mana saat menampung air, tampak air yang keluar bergerak dengan cepat sedangkan jarum meter air bergerak lambat, ini terjadi pada pelanggan dengan nomor Id 63361. Menurut Nazar dan Soedjono (2012), ketidakakuratan meter air pelanggan Zona 1 juga dapat disebabkan karena tekanan air yang diterima oleh meter air. Hal ini dapat dilihat jika tekanan yang diterima meter air rendah maka kemampuan meter dalam pembacaan meter air akan berkurang dan

berlaku sebaliknya. Saat ke lapangan ada air pelanggan dengan nomor Id 63364 yang hidup airnya saat ditampung namun meterannya tidak berputar. Kondisi ini sangat tidak mungkin terjadi karena mengingat fungsi meteran adalah untuk mengetahui volume air yang diterima oleh pelanggan sehingga dapat diketahui jumlah yang harus dibayar (Nazar & Soedjono, 2012). Namun, untuk mengetahui jumlah yang harus dibayar oleh pelanggan melalui pembacaan meter air PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 masih menggunakan teknik dengan mendatangi rumah pelanggan dan kemudian mengambil gambar dengan kamera pada *smartphone* (PDAM, 2020). Teknik ini masih mempunyai kekurangan jika dilakukan, karena bisa jadi terdapat kesalahan gambar yang diambil dengan data pelanggan PDAM yang dicatat dan juga tidak menghemat waktu sehingga kebanyakan dari pelanggan yang membayar tagihan air tidak sesuai dengan banyaknya air yang terpakai serta biaya yang harus dibayarkan (Akbar, 2018).

Saat uji akurasi meter air pelanggan di lapangan, terdapat pelanggan yang menggunakan tangki untuk menyimpan air. Jika saat penampungan air ini pelanggan menghidupkan air keran dengan lambat maka akan terdapat kemungkinan meter tidak mampu mencatat seberapa banyak alirannya karena meter air mempunyai tingkat akurasi yang lebih rendah ketika berada pada aliran yang kecil (Departemen Pekerjaan Umum, 2016). Aliran yang airnya kecil ini tidak akan terdeteksi oleh meter air sehingga merugikan pihak PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh. Merk meter air yang ditemui di lapangan adalah Merek Barindo, Actaris dan Itron. Merk meter air Barindo sudah digunakan oleh PDAM mulai pada tahun 2006 silam, merk Actaris mulai pada tahun 2010 sedangkan Itron pada tahun 2015 (PDAM, 2020). Umur meteran ini sudah melebihi batas teknis yaitu lima tahun. Ini dapat membuat kinerja dari meter air memburuk karena *inner* (bagian dalam) meter air pelanggan yang bergerak menjadi aus dan mengakibatkan meter air mengukur lebih rendah daripada semestinya. Kelas meter air PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 yaitu kelas B yang mana kelas meter ini memiliki kinerja ketelitian menengah (Departemen Pekerjaan Umum, 2016). Namun, pemilihan kelas meter air sudah sesuai dengan

ketentuan bahwa pemilihan kelas meter air ini karena melihat kondisi kualitas air dari segi kekeruhan yang sedikit meragukan (berubah-ubah) (Kementerian PUPR, 2018). Tera ulang (kalibrasi) terhadap meter air sebagai langkah untuk menjamin akurasi dari meter air juga belum pernah dilakukan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia Nomor 70/M-DAG/PER/10/2014 Tentang Alat-alat Ukur, Takar, Timbang dan Perlengkapannya, jangka waktu tera ulang dari meter air jika kapasitas nominalnya berada di bawah 25 m^3/jam, pada usia lima tahun sudah harus dilakukan tera ulang, sedangkan jika kapasitasnya di atas 25 m^3/jam pada usia dua tahun, dengan adanya uji tera ulang ini dapat mengetahui kondisi meter air pelanggan saat ini dan juga untuk menghindari terjadinya ketidakakuratan terhadap bacaan pada meter air pelanggan PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1. Tera ulang ini biasanya dilakukan secara individu di bengkel meter menggunakan *test bench* dan secara langsung di lapangan menggunakan *test bench portable* atau minimal dengan menggunakan gelas ukur (Departemen Pekerjaan Umum, 2016).

Berdasarkan Tabel 4.1 maka dapat dihitung tingkat kehilangan air dari hasil pengujian akurasi meter air pelanggan PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 yaitu:

$\sum PP - \sum PN$ = 14,55 L – 2,6 L = 11,96 L

Tingkat Kehilangan air $= \frac{11,96 \text{ L}}{200} \times 100\%$

$= 5,98\%$

4.1.1 Tingkat Kehilangan Air PDAM Tirta Daroy Zona 1 tahun 2020

Data jumlah air yang didistribusikan dan jumlah air yang terjual ke Zona 1 PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh tahun 2020 dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan 4.4. Tingkat kehilangan air PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 tahun 2020 yaitu sebanyak 870,742 m^3/tahun (33,2%) (Tabel 4.5). Angka ini sudah melebihi

standar nasional tingkat kehilangan air maksimal yaitu 20% menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 20/PRT/M/2006.

Tabel 4.3 Jumlah Distribusi Air PDAM Tirta Daroy Zona 1 Tahun 2020

No	Bulan	Air yang diDistribusikan (m^3/bulan)
1	Januari	463.652
2	Februari	442.782
3	Maret	456.983
4	April	435.768
5	Mei	420.436
6	Juni	406.272
Total		**2.625.893**
Rata-rata		437.649

(Sumber: PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh, 2020)

Tabel 4.4 Jumlah air yang terjual pada rekening tagihan dan Total Pendapatan PDAM Tirta Daroy Zona 1 tahun 2020

No	Bulan	Pemakaian Air (bulan)	Total Pendapatan (Rp)
1.	Januari	308.730	1.438.536.750
2.	Februari	314.048	1.450.448.050
3.	Maret	303.677	1.398.057.250
4.	April	282.830	1.312.686.000
5.	Mei	287.236	1.310.868.200
6.	Juni	258.630	1.193.825.500
Total dalam 1 Tahun		**1.755.151**	**8.104.421.750**
Tarif Rata-rata (m^3/tahun)		**Rp. 4.618**	

(*Sumber:Hasil Perhitungan, 2020*)

Tabel 4.5 Kehilangan Air PDAM Tirta Daroy Zona 1 tahun 2020

Bulan ke-	Air Terdistribusi (m^3/bulan)	Air Terjual (m^3/bulan)	Kehilangan air (m^3/bulan)	
1	463.652	308.730	154.922	33,41%
2	442.782	314.048	128.734	29,07%
3	456.983	303.677	153.306	33,55%
4	435.768	282.830	152.938	35,10%
5	420.436	287.236	133.200	31,68%
6	406.272	258.630	147.642	36,34%
Total	**2.625.893**	**1.755.151**	**870.742**	199,15%
Rata-rata	437.649	292.525	145.124	**33,2%**

(*Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2020*)

4.1.2 Tingkat Kehilangan Air Non Fisik Zona 1 Tahun 2020

Berdasarkan hasil pengujian akurasi meter air pelanggan yang telah dilakukan sebelumnya, didapatkan kehilangan air non fisik akibat ketidakakuratan meter air pelanggan yaitu 5,98%. Besar kehilangan air non fisik akibat ketidakakuratan meter air pelanggan yaitu 52.070,4 m^3/bulan atau setara dengan 2% yaitu hasil pembagian dengan jumlah air yang didistribusikan. Tingkat kehilangan air non fisik PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Kehilangan Air Non Fisik Akibat Ketidakakuratan Meter Pelanggan

Bulan ke-	Kehilangan Air (m^3/bulan)	Besar Kehilangan Air Non Fisik x 5,98% (m^3 /bulan)
1	154.922	9.264,3
2	128.734	7.698,3
3	153.306	9.167,7
4	152.938	9.145,7
5	133.200	7.965,4
6	147.642	8.829,0
Total	870.742	**52.070,4**
Rata-rata	145.124	8.678,4

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2020)

4.2 Tingkat Kehilangan Air dengan Penyusunan Neraca Air Zona 1 Tahun 2020

Penyusunan neraca air PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 Tahun 2020, dengan menggunakan hasil perhitungan dan analisis terhadap data primer dan sekunder yang telah dikumpulkan. Data primernya berupa total kehilangan air akibat ketidakakuratan meter air pelanggan (Tabel 4.6). Sedangkan data sekundernya yaitu jumlah air yang didistribusikan (Tabel 4.3), jumlah air yang terjual dan tarif rata-rata air (Tabel 4.4) serta data hasil wawancara PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 Tahun 2020. Data sekunder yang telah terkumpul dan yang akan digunakan untuk penyusunan neraca air ini merupakan data selama enam bulan pada tahun 2020 di Zona 1 PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh. Hal ini dikarenakan PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh sedang melaksanakan proyek pekerjaan peningkatan kapasitas produksi IPA Lubok Batee sehingga data yang akan diperoleh tidak akan *real* seperti kondisi biasanya jika diambil data dalam 12 bulan pada Tahun 2020.

Penyusunan neraca air untuk audit air ini biasanya dilakukan setiap lima tahun sekali dan sebaiknya dilakukan setahun sekali (Kementerian PUPR, 2019). Neraca air ini dibuat sebagai alat yang digunakan untuk memperkirakan komponen kehilangan air serta merencanakan strategi untuk menurunkan tingkat kehilangan air atau menunjukkan arah langsung menuju perbaikan. Meskipun demikian, sebagian besar PDAM tidak memiliki informasi yang diperlukan serta juga tidak adanya informasi terkait sifat dan lokasi kebocoran (Kementerian PUPR, 2018). Pada penyusunan neraca air ini, setiap komponen selnya dicantumkan tingkat kehilangan airnya masing-masing dalam bentuk m^3/tahun, dalam rupiah serta persen. Berdasarkan Tabel 4.3 dapat dilihat jumlah pendapatan yang diterima PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 untuk Tahun 2020 yaitu Rp. 8.104.421.50 sehingga didapatkan harga tarif rata-ratanya yaitu Rp. 4.618. Angka ini diperoleh dari total pendapatan yang diterima dibagi dengan total jumlah air yang terjual pada rekening tagihan pelanggan PDAM Tirta Daroy Zona 1 tahun 2020 (*Lampiran C1*) sehingga untuk mendapatkan kehilangan air dalam rupiah nantinya dapat dikalikan dengan harga tarif rata-rata tersebut. Lima data yang ada pada Tabel 4.6 di bawah menjadi data dasar dalam

penyusunan neraca air PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 Tahun 2020. Hasil perhitungan terhadap data sekunder (*Lampiran C1*) untuk penyusunan neraca air dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Data Sekunder untuk Penyusunan Neraca Air

No	Data Sekunder	PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 Tahun 2020		
		m^3 /tahun	Rp	%
1.	Jumlah Air yang Didistribusikan (Volume Input Sistem)	2.625.893	12.125.078.892	100
2.	Jumlah Air yang Terjual (Konsumsi Bermeter Berekening)	1.755.151	8.104.421.750	67
3.	Ketidakakuratan Meter Air Pelanggan	52.070,4	240.461.107,2	2
4.	Kehilangan Air	870.742	4.020.657.142	33,2
5.	Kehilangan Air Fisik	818.671,63	3.780.221.845	31,2

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2020)

4.2.1 Neraca Air PDAM Tirta Daroy Zona 1 Tahun 2020

Neraca air ini terdiri dari 18 sel (Tabel 2.1) yang harus diisi secara lengkap dan jelas. Diutamakan untuk pengisian sel berdasarkan data yang valid dan terukur seperti pada Tabel 4.7 di atas. Beberapa dari komponen sel yang ada pada neraca air, datanya tidak tersedia di PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 Tahun 2020. Oleh karena itu ada yang menggunakan estimasi. Neraca air PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan perhitungan dari setiap komponen data neraca air dapat dilihat pada *Lampiran C1*.

Berdasarkan Tabel 4.7, dapat dilihat nilai setiap komponen sel neraca air. Dimulai dari komponen pertama yaitu Volume input yang masuk ke Zona 1 PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh sampai diakhiri dengan komponen ke 18 Air Tak Berekening. Nilai volume input ke sistem ini tidak didapat melalui pembacaan pada meter induk, dikarenakan PDAM belum mempunyai meter induk. Nilai ini diketahui hanya melalui pembacaan dari *flow meter* di pipa saja. Lalu dapat dilihat terdapat beberapa komponen yang dibuat 0 (nol) pada neraca air yaitu Konsumsi Resmi Tak

Bermeter Berekening, Konsumsi Bermeter Tak Berekening, dan Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening.

Pada PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1, tidak ada penggunaan air yang ditagih tanpa melalui bacaan di meteran, karena seluruh pelanggan PDAM mempunyai meteran. Selanjutnya Konsumsi Bermeter Tak Berekening dan Konsumsi Banda Aceh dan semua penggunaan air di PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 tidak ada yang digratiskan bagi setiap pelanggan PDAM sebab semuanya tertagih (PDAM, 2020). Kemudian Konsumsi Tak Resmi yang pernah terjadi pada PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 Tahun 2020, yaitu pencurian air (sambungan illegal), baik pencurian air oleh pelanggan maupun non pelanggan dengan enam kasus dalam enam bulan tahun 2020 untuk dinonaktifkan akibat pencurian air oleh pelanggan dan sembilan kasus pencurian air di Zona 1 PDAM Tirta Daroy oleh pelanggan illegal (PDAM, 2020) (*Lampiran B.3 dan B.4*). Persentase kehilangan air non fisik yang diakibatkan ketidakakuratan meter air pelanggan (Tabel 4.8) masih tidak melebihi dari 4-6% dari konsumsi resmi (Departemen Pekerjaan Umum, 2016). Di sisi lain, dapat dilihat komponen data neraca air bagian kehilangan air fisik yaitu kebocoran pipa transmisi dan induk serta kebocoran ataupun limpahan pada tangki reservoir data nya tidak tersedia di PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1.

Kebocoran pada pipa dinas hingga meter pelanggan hanya tersedia data dalam bentuk jumlah perbaikan 95 kasus pipa bocornya saja (*Lampiran B.5*). Sedangkan besaran yang terjadi tidak tersedia datanya di PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1. Namun,besar komponen kehilangan air fisik bagian ini dapat diestimasi menggunakan total batas toleransi dari Kebocoran di sistem distribusi 5% dan Kebocoran pada pipa konsumen 5% (Efendi, 2018). Pada neraca air nilai kehilangan air akibat kebocoran pada pipa dinas hingga meter pelanggan 10% dari kehilangan air fisik yang terjadi. Keterbatasan neraca air dalam menghitung kehilangan air fisik PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1, sehingga diperlukan metode lain untuk memperkirakan kehilangan air fisik yang lebih akurat.

Tabel 4.8 Neraca Air PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 Tahun 2020

<table>
<tr><td rowspan="10">Volume Input Sistem

2.625.893
m³/tahun

100%
Rp. 12.125.078.892</td><td rowspan="3">Konsumsi Resmi

1.755.151m³/tahun

67%
Rp. 8.104.421.750</td><td rowspan="2">Konsumsi Resmi Berekening

1.755.151m³/tahun

67%
Rp. 8.104.421.750</td><td>Konsumsi Bermeter Berekening

1.755.151m³/tahun

67%
Rp. 8.104.421.750</td><td rowspan="2">Air Berekening (AR)

1.755.151
m³/tahun

67%
Rp. 8.104.421.750</td></tr>
<tr><td>Konsumsi Tak Bermeter Berekening

(0)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Konsumsi Resmi Tak Berekening
m³/tahun
(0)</td><td>Konsumsi Bermeter Tak Berekening

(0)</td><td rowspan="8">Air Tak Berekening (ATR)

870.742
m³/tahun
33%
Rp. 4.020.657.142</td></tr>
<tr><td>Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening

(0)</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Kehilangan Air

870.742m³/tahun

33,2%
Rp. 4.020.657.142</td><td rowspan="2">Kehilangan Non Fisik/Non Teknis

52.070,4m³/tahun

2%
Rp. 240.435.297,09</td><td>Konsumsi Tak Resmi (Pencurian Air)</td></tr>
<tr><td>Ketidakakuratan Meter Pelanggan dan Kesalahan Penanganan Data

52.070,4m³/tahun
2%
Rp. 240.435.297,09</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Kehilangan Fisik/Teknis

818.671,63m³/tahun

31,2%
Rp. 3.780.221.845</td><td>Kebocoran Pipa Transmisi dan Induk</td></tr>
<tr><td>Kebocoran serta Limpahan Pada Tangki Reservoir</td></tr>
<tr><td>Kebocoran Pipa Dinas sampai Meter Pelanggan

81.867,16m³/tahun

3,1%

Rp. 378.062.544,88</td></tr>
</table>

(*Sumber:Hasil Pengukuran Lapangan, 2020*)

4.3 Tingkat Kehilangan Air Fisik dengan metode ILI Zona 1 Tahun 2020

Pengukuran tingkat kehilangan air fisik PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 Tahun 2020, dengan menggunakan metode perhitungan *Infrastructure Leakage Index* (ILI), dimana metode ini merupakan indikator kinerja yang paling baik untuk menilai kehilangan air fisik, karena mengaitkan tekanan, panjang pipa serta jumlah sambungan pelanggan (Kementerian PUPR, 2016). Perhitungan ILI

menggunakan Pers 2.9 dan 2.10 dan analisis dengan menggunakan Tabel 2.3 dan 2.4. Data yang diperlukan untuk perhitungan ILI diperoleh dari kehilangan air fisik pada neraca air (Tabel 4.8), hasil pengukuran tekanan (Tabel 4.9) serta hasil wawancara dengan pihak PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 berupa total panjang pipa induk dan pelanggan, jumlah sambungan pipa pelanggan (Tabel 4.10).

Pengukuran tekanan untuk Zona 1 dilakukan pada titik awal di manometer yang ada di Simpang Surabaya dan Reservoir *Booster Pump* Simpang Mesra, titik tengah di Simpang Jambo Tape dan di titik akhir pipa jalur distribusi Zona 1 yaitu Lampulo. Pemilihan titik awal dengan dua titik pengukuran dikarenakan titik pangkal air yang didistribusikan melalui dua tempat ini (PDAM, 2020). Pengukuran dilakukan dari tanggal 05 Desember 2020 sampai dengan 13 Desember selama 5 hari yaitu pada hari Sabtu, Minggu, Rabu, Sabtu dan Minggu dengan waktu pengukuran setiap titik pengukuran dilakukan pada jam 10:00, 14:00, 17:00 dan 20:00 WIB. Kendala yang dialami ketika pengukuran tekanan yaitu hari pengukuran tidak bisa dilakukan secara berturut-turut karena kondisi PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 sedang ada giliran dalam pembagian air sehingga pengukuran ini baru bisa dilakukan ketika air di Zona 1 hidup.

Hasil pengukuran tekanan pada titik awal berkisar antara 0,2 sampai 0,8 atm dan antara 1,4 sampai 2,05 atm. Di titik tengah 0,1 sampai 0,5 atm, dan di titik akhir 0. Pengukuran tekanan di titik akhir bernilai 0 karena berada pada ujung pipa distribusi PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 sehingga tekanan menghilang (PDAM, 2020). Kondisi ini juga dapat ditandai, penurunan nilai tekanan ketika sudah mulai sore menuju malam hari. Hal ini diakibatkan karena pemakaian air yang banyak oleh pelanggan dan proses pergiliran air yang membuat air di ujung pipa distribusi tidak naik air sehingga tekanan bernilai 0. Tekanan rata-rata untuk PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 yaitu 2,69 atm (Tabel 4.8). Nilai ini sudah sesuai dengan persyaratan tekanan minimum air dalam pipa distribusi yaitu 0,5 atm $\leq x \leq$ 1 atm (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2007). Hasil pengukuran tekanan dan data sekunder hasil wawancara dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan 4.10.

Tabel 4.9 Pengukuran Tekanan PDAM Tirta Daroy Zona 1 Tahun 2020

Hari/tanggal	Jam (WIB)	Pengukuran Tekanan			
		Awal (atm)		Tengah (atm)	Akhir (atm)
		Sp. Surabaya	Sp. Mesra	Sp. Jambo Tape	Lampulo
Sabtu/ 05 Desember 2020	- 10:00	0,7	2	0,5	0
	- 14:00	0,8	1,9	0,5	0
	- 17:00	0,5	1,9	0,4	0
	- 20:00	0,45	1,5	0,3	0
Selasa/ 08 Desember 2020	- 10:00	0,7	2	0,5	0
	- 14:00	0,6	1,9	0,5	0
	- 17:00	0,6	1,9	0,4	0
	- 20:00	0,5	1,5	0,4	0
Rabu/ 09 Desember 2020	- 10:00	0,6	1,9	0,4	0
	- 14:00	0,6	1,9	0,4	0
	- 17:00	0,55	1,9	0,4	0
	- 20:00	0,45	1,4	0,35	0
Sabtu/ 12 Desember 2020	- 10:00	0,55	2	0,4	0
	- 14:00	0,25	2,05	0,15	0
	- 17:00	0,2	2,05	0,15	0
	- 20:00	0,4	1,5	0,1	0
Sabtu/ 13 Desember 2020	- 10:00	0,37	2	0,3	0
	- 14:00	0,45	2	0,3	0
	- 17:00	0,4	1,9	0,3	0
	- 20:00	0,4	1,5	0,3	0
Total		10,07	36,7	7,05	0
Rata-rata		0,50	1,84	0,35	0
Total Rata-rata		**2,69 atm**			

(*Sumber: Hasil Pengukuran Lapangan, 2020*)

Tabel 4.10 Data Sekunder Hasil Wawancara

No	Data Sekunder	Nilai
1.	Panjang Pipa Induk	45,89 km
2.	Panjang Pipa Pelanggan	73,68 km
3.	Jumlah Sambungan Pelanggan	12.280 SR

(*Sumber: Hasil Perhitungan, 2020*)

Berdasarkan perhitungan ILI yang telah dilakukan pada *Lampiran C3* maka diperoleh nilai kehilangan air fisik minimal tahunan yang dapat diterima (MAAPL) yaitu 60.486.360,84 (l/tahun) sedangkan nilai kehilangan air fisik saat ini (CAPL) yang terjadi pada PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 yaitu 818.671.600 l/tahun (Tabel 4.8). Sehingga, diperoleh nilai kehilangan air fisik berdasarkan perhitungan ILI yaitu 13,53. Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2018), nilai ILI dalam rentang 12 sampai 36 masuk kedalam kategori bermutu sedang. Analisis yang juga dilakukan terhadap nilai ILI yang telah diperoleh dengan menggunakan Tabel 2.2, PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 masuk dalam golongan C (jelek) yang berada pada range 8-16 dalam sistem bertekanan rata-rata 26,9 m (mendekati 30 m) dengan nilai kehilangan air fisik yaitu 300-600 l/sambungan/hari (*Lampiran C3*). Hal ini berarti sesuai penjelasan tindak lanjut dari Tabel Matriks Kehilangan Air Fisik (Tabel 2.3) bahwa telah terjadinya kehilangan air fisik yang cukup parah pada PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1, namun kondisi ini dapat ditoleransi hanya jika terdapat air baku PDAM yang melimpah jumlahnya dengan harga jual air yang rendah. Sehingga, sangat diperlukan analisis terhadap komponen-komponen kehilangan air serta upaya intensif untuk pengendalian kehilangan air.

4.4 Rekomendasi Strategi Penurunan Tingkat Kehilangan Air Zona 1 Tahun 2020

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka, diperlukan beberapa strategi yang dapat dilakukan untuk mengurangi tingkat kehilangan air Zona 1 PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh. Beberapa rekomendasi strategi yang dapat diberikan yaitu yang pertama dengan melakukan penggantian meter air pelanggan yang sudah tidak layak pakai (rusak, buram) pada Zona 1 secara menyeluruh (Kementerian PUPR, 2018) karena pada penelitian ini dapat dilihat bahwa penggantian meteran secara menyeluruh ini telah dilakukan pada Gampong Kuta Alam saja, dikarenakan adanya penerapan sistem jaringan distribusi *District Metered Area* (DMA) sehingga perlu dilanjutkan untuk daerah lainnya pada Zona 1 dengan

membentuk tim penurunan kehilangan air yang turun ke lapangan secara berkala untuk melakukan pendataan terhadap jumlah dan lokasi meter air yang rusak yang menyebabkan ketidakakuratan meter air pelanggan (Silvia, 2016). Hal ini sebagai upaya pengendalian kehilangan air non fisik. Kedua, melihat penyimpangan yang terjadi saat pengukuran akurasi meter air pelanggan Zona 1, sehingga perlu dilakukan tera ulang dengan menggunakan *test bench atau test bench portable* untuk menjamin tingkat akurasi meter air pelanggan di Zona 1 (Puspitasari & Purnomo, 2017).

Pembacaan meter air pelanggan untuk mengetahui volume air yang diterima oleh pelanggan sebaiknya menerapkan penggunaan alat komunikasi (HP) untuk mengambil gambar pada *barcode* yang ada pada setiap pintu atau jendela rumah pelanggan. Kemudian dilihat kesesuaian *barcode* terhadap database PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh. Selanjutnya petugas pembaca meter akan melakukan penyesuaian angka meteran air menggunakan HP atau kamera digital yang dimiliki dan mengirimkan hasil gambar secara langsung ke server. Maka, di serverlah yang akan mengolah data serta menghasilkan output berupa nilai. Selanjutnya perlu adanya meter induk di setiap zona salah satunya Zona 1 PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh agar volume input yang masuk ke Zona 1 dapat diketahui dengan tepat. Kemudian kelengkapan terhadap data sekunder untuk penyusunan neraca air tahunan Zona 1 PDAM Tirta Daroy seperti, besaran air konsumsi namun tak resmi, kebocoran pada pipa transmisi dan distribusi, pada tangki reservoir, serta pada pipa dinas sampai meter air pelanggan yang mana data ini dapat menjadi acuan dalam strategi penurunan tingkat kehilangan air fisik. Berdasarkan hasil analisis kehilangan air fisik Zona 1 PDAM Tirta Daroy dengan perhitungan ILI maka diperlukan analisis keberlanjutan terhadap komponen-komponen kehilangan air serta upaya intensif untuk pengendalian kehilangan air.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan dapat disimpulkan bahwa:

1. Tingkat kehilangan air non fisik akibat ketidakakuratan 34 dari 200 meter air pelanggan PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 yaitu 52.070,4 m^3/tahun atau setara dengan 2% dari 33,2% total kehilangan air, dengan kerugian sebesar Rp. 240.435.297,09 di enam bulan pada awal tahun 2020, terhitung Januari sampai dengan Juni 2020.
2. Tingkat kehilangan air setelah penyusunan neraca air yaitu 870.742 m^3/tahun atau setara dengan 33,2% dari volume input ke sistem, dengan mengalami kerugian sebesar Rp. 4.020.657.142 di enam bulan pada awal tahun 2020, terhitung Januari sampai dengan Juni 2020. Selain itu, tingkat kehilangan air fisik 818.671,63 m^3/tahun (31,2%) beserta kerugian Rp. 3.780.221.845 dan non fisik 52.070,4 m^3/tahun (2%) dengan kerugian yang diterima PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 yaitu Rp. 240.435.297,09. Nilai tingkat kehilangan air non fisik sama dengan tingkat kehilangan air non fisik akibat ketidakakuratan meter air pelanggan karena tidak diketahuinya komponen kehilangan air dari segi konsumsi tak resmi (pencurian air) pada neraca air.
3. Berdasarkan neraca air sebelumnya adanya program pengendalian kehilangan air, nilai *Infrastructure Leakage Index* (ILI) diperoleh 13,53 dan tekanan rata-rata 26,9 m, termasuk dalam golongan C dan nilai ini berada pada range 8-16, sehingga nilai kehilangan air fisik yang diperoleh yaitu 300-600 l/sambungan/hari.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis tingkat kehilangan air yang telah dilakukan dapat diberikan saran berupa:

1. Membentuk tim penurunan kehilangan air yang turun ke lapangan secara berkala untuk melakukan pendataan terhadap jumlah dan lokasi meter air yang rusak yang menyebabkan ketidakakuratan meter air pelanggan. Hal ini sebagai upaya pengendalian kehilangan air non fisik.
2. Perlu dilakukannya tera ulang dengan menggunakan *test bench atau test bench portable* untuk menjamin tingkat akurasi meter air pelanggan di Zona 1 PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh.
3. Penerapan penggunaan alat komunikasi (HP) untuk mengambil gambar pada *barcode* di setiap pintu atau jendela rumah pelanggan. Kemudian dilihat kesesuaian *barcode* terhadap database PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh. Selanjutnya petugas pembaca meter akan melakukan penyesuaian angka meteran air menggunakan HP atau kamera digital yang dimiliki dan mengirimkan hasil gambar secara langsung ke server yang mana di serverlah yang akan mengolah data serta menghasilkan output berupa nilai.
4. Perlu adanya meter induk di setiap zona salah satunya Zona 1 PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh agar volume input yang masuk ke Zona 1 dapat diketahui dengan tepat.
5. PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1 perlu menyediakan kelengkapan data sekunder seperti, besaran air konsumsi namun tak resmi, kebocoran pada pipa transmisi dan distribusi, pada tangki reservoir, serta pada pipa dinas sampai meter air pelanggan yang mana data ini akan digunakan dalam penyusunan neraca air tahunan PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1.
6. Berdasarkan hasil analisis kehilangan air fisik Zona 1 dengan perhitungan ILI maka, diperlukan analisis keberlanjutan terhadap komponen-komponen kehilangan air serta upaya intensif untuk pengendalian kehilangan air.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, H. (2018). *Rancang Bangun Aplikasi Pembacaan Meteran Air Secara Real Time dan Tersinkronisasi Berbasis Android, (Studi Kasus: Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Jeneberang, Kab. Gowa)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar).

BPPSPAM, K. (2019). *Buku Kinerja BUMD Penyelenggara SPAM 2019*.67 halaman.

Departemen Pekerjaan Umum Badan Pendukung Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (BPPSPAM). (2016). Pedoman Penurunan Air Tak Berekening (*Non Revenue Water*).

el-Ahmady, I. I., & Sembiring, E. (2014). Pemilihan Program Pengendalian Kehilangan Air Serta Pengaruh Implementasinya terhadap Peningkatan Pendapatan PDAM. *Jurnal Teknik Lingkungan*, *20*(2), 142-151.

Efendi, F.D.C. (2018). *Evaluasi Kehilangan Air Pada Jaringan Pipa PDAM Unit Grogol Kabupaten Kediri*. Skripsi. Jember: Universitas Jember.

Eriyanto. (2007). *Teknik Sampling Analisis Opini Publik*. Yogyakarta: LKiS Yogyakarta.

Farley, M., dkk. (2008). Buku Pegangan tentang Air Tak Berekening (NRW) untuk :Panduan untuk Memahami Kehilangan Air, 13.

Fatimah., Meutia, S., & Astika, S. (2019). Analisis Kehilangan Air Dengan Metode Neraca Air Dan Infrastructure Leakage Index Pada PDAM Tirta Tamiang. *SNTI*.

Herlina, N., Fuad, Syahrul, I., & Andayani, R. (2017). Analisis Kehilangan Air Bersih Perumnas Talang Kelapa Pada Perusahaan Adhya Tirta Sriwijaya (Ats) Palembang. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 5 (1), 64–71.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2016). Modul Non Revenue Water Tahun 2016 Buku 3.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2016). Modul Non Revenue Water Tahun 2016 Buku 1.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). Modul Air Tak Berekening Tahun 2018 Buku 1.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat BPSDM. (2019). *Penurunan Air Tak Berekening (Non Revenue Water)*. Surabaya: Balai Diklat WilayahVI.

Kinerja Badan Usaha Milik Daerah SPAM. (2019).Wilayah I. Badan Peningkatan Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum.Kementerian Pekerjaan Umum.

Mamo, T., & Juran, I. (2014). Source of uncertainty in water supply pipeline leak detection using district meter area data. *International Journal of Scientific Engineering and Research*, 2(3), 9–17.

Muttaqin, M.Z. (2018). Optimalisasi Jasa Antar Koridor Pelayanan Trans Metro Pekanbaru Berbasis Persepsi Penumpang. *Jurnal Saintis*, 18(1), 83-93.

Nazar, L.T. (2012). Studi Pengaruh Akurasi Meter Air Terhadap Tingkat Kehilangan Air.*Jurnal Teknik Pomits*, 1(1), 1-3.

Pambudi, Y.S., & Sudaryantiningsih, C. (2017). Analisis Pengaruh Pengetahuan dan Sikap Tentang Pengelolaan Sampah Terhadap Perilaku Warga Dalam Mengelola Sampah Rumah Tangga di Kelurahan Sewu, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta. *Jurnal Kesehatan Kusuma Husada*, 101-108.

Patarianto, P. (2015). Analisa Kualitas Layanan Terhadap Kepuasan Nasabah Di Pt. Bank Mandiri (Persero) Tbk. Cabang Sidoarjo Gedangan. *Jurnal Maksipreneur*, IV(2), 28-37.

PDAM Tirta Daroy. (2020). Kota Banda Aceh.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 20/PRT/M/2006 Tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (KSNP-SPAM).

Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia Nomor 70/M-DAG/PER/10/2014 Tentang Alat-alat Ukur, Takar, Timbang dan Perlengkapannya.

Puspitasari, I & Purnomo, A. (2017). Studi Kehilangan Air Komersial (Studi Kasus: PDAM Kota Kendari Cabang Pohara). *Jurnal Teknik ITS*, *6*(2).

Rustan, F.R., Sriyani, R & Talanipa, R. (2019). Analisis Pemakaian Air Bersih Rumah Tangga Warga Perumahan Bumi Mas Graha Asri Kota.

Saparina, W. (2017). *Penurunan Kehilangan Air Di Sistem Distribusi Air Minum PDAM Kota Malang*. Thesis. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.

Silvia, C.S. (2016). Kajian Tingkat Kehilangan Air dengan Metode NRW Pada PDAM Tirta Meulaboh. *Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar*, 2(2), 11-20.

Siregar, N.A., & Mulia, A.P. (2013). Evaluasi Kehilangan Air (*Water Losses*) PDAM Tirtanadi Padangsidimpuan Di Kecamatan Padangsidimpuan Selatan. *Jurnal Universitas Sumatera Utara*, 3 (1).

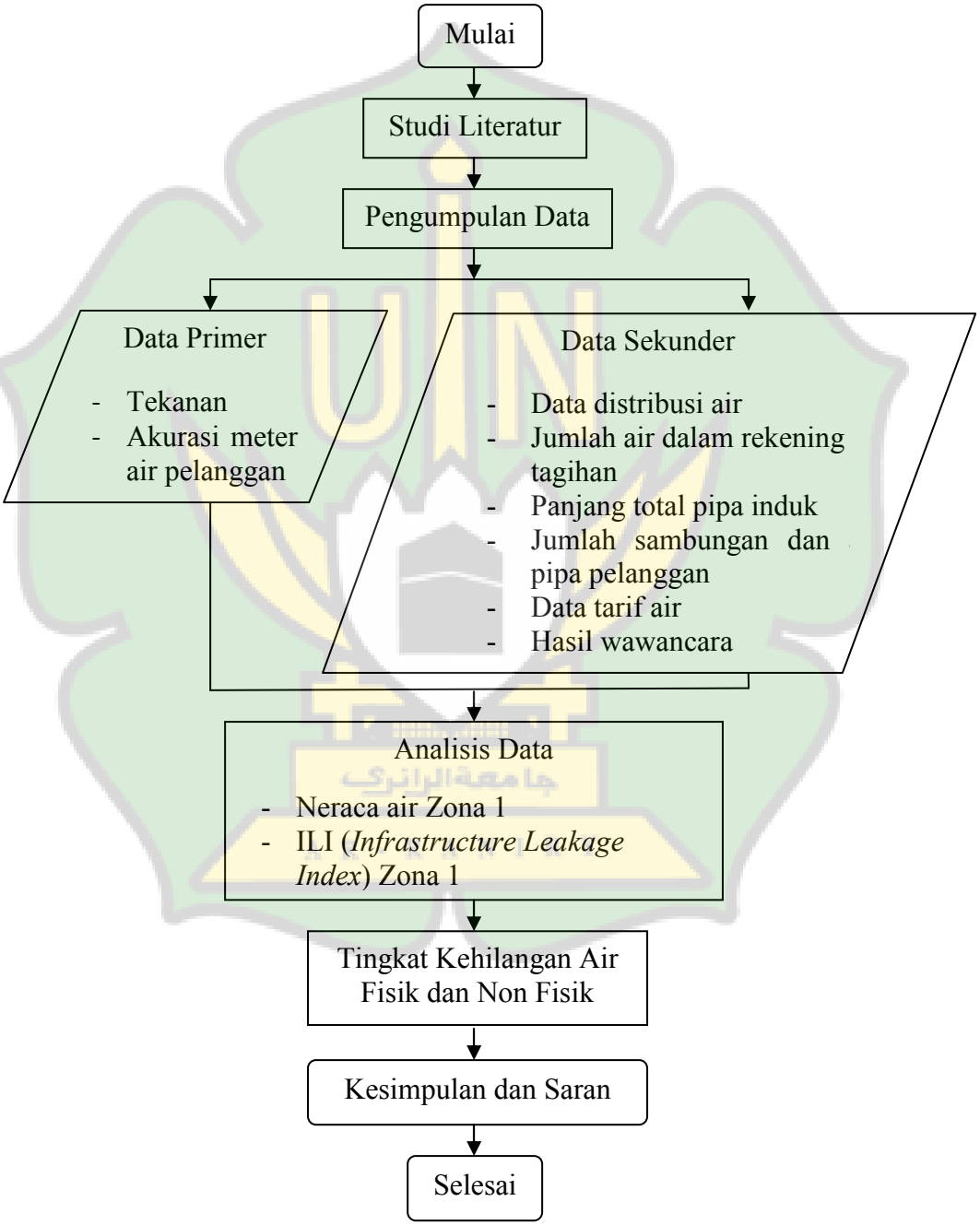
Sya'bani, M. R. (2016). Penerapan Jaringan Distribusi Sistem District Meter Area (DMA) dalam Optimalisasi Penurunan Kehilangan Air Fisik Ditinjau dari Aspek Teknis dan Finansial (Studi Kasus: Wilayah Layanan IPA Bengkuring PDAM Tirta Kencana Kota Samarinda). *Institut Teknologi Bandung: Bandung*.

Wardhana, A.O. (2013). *Perancangan Instrumentasi Untuk Perhitungan Standar Deviasi Dan Standar Error Barometer Tabung Bourdon.*Skripsi.Semarang: Universitas Diponegoro.

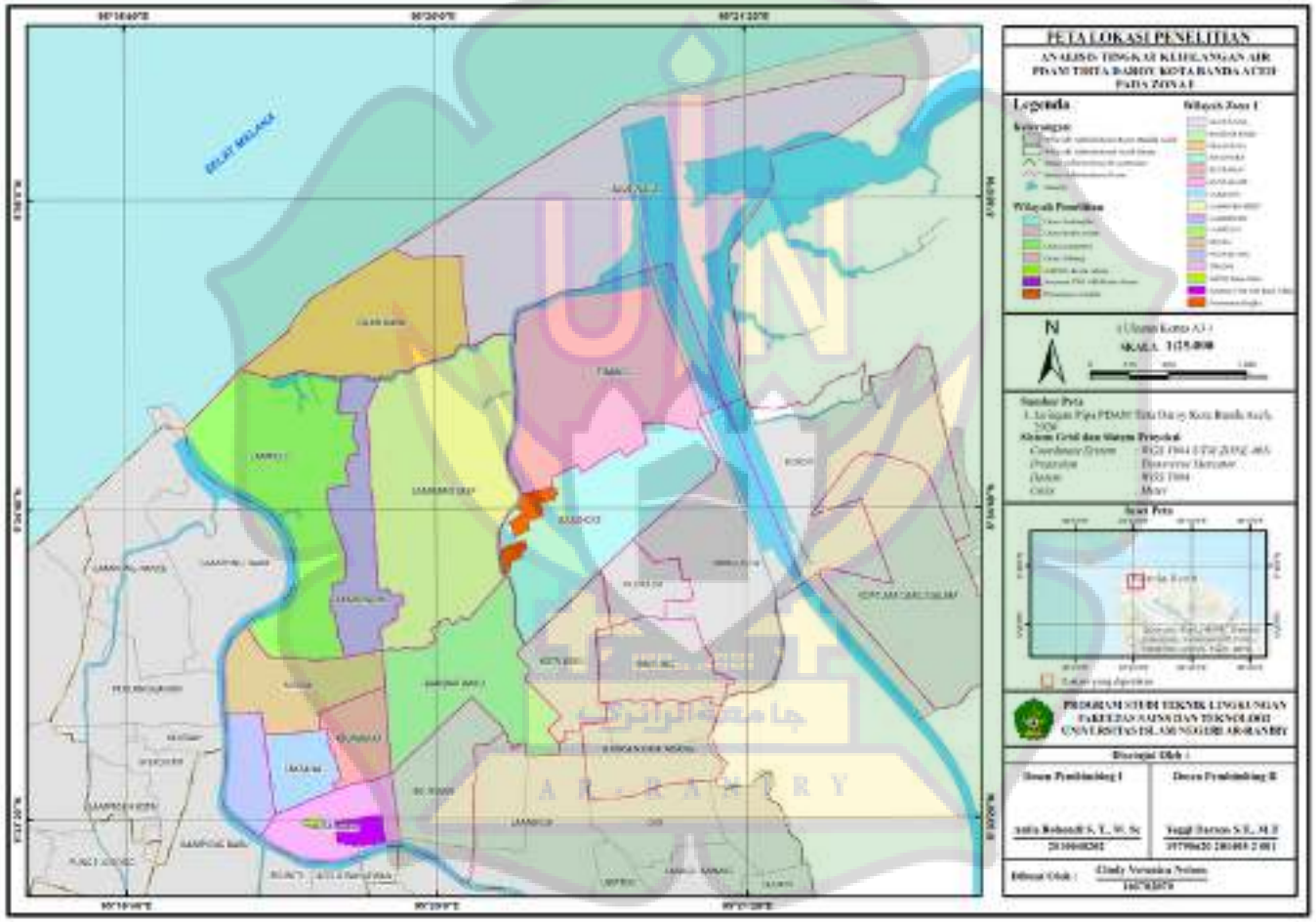
LAMPIRAN A

GAMBAR

A.1 Diagram Alir Penelitian



A.2 Peta Lokasi Penelitian



A.3 Akurasi Meter Air Pelanggan di Kecamatan Syiah Kuala dan Kuta Alam

A.4 Pengukuran Tekanan di Jalur Pipa Distribusi Zona 1

LAMPIRAN B

TABEL

B.1 Hasil Uji Akurasi Meter Air Pelanggan di Dua Kecamatan

No	Id Pelanggan	Meteran Pelanggan (liter)	Gelas Ukur (liter)	Selisih (liter)	Ket
Data Akurasi Meter Air Pelanggan di Kecamatan Syiah Kuala					
1.	035489	1	1	-	P0
2.	048523	1	1	-	P0
3.	09817	1	0,90	0,10	PN
4.	046287	1	1	-	P0
5.	010107	1	1	-	P0
6.	064665	1	1	-	P0
7.	064647	1	1	-	P0
8.	064649	0	1	1	PP
9.	064670	0	1	1	PP
10.	064671	0	1	1	PP
11.	064653	1	1	-	P0
12.	064675	1	1	-	P0
13.	064644	1	1	-	P0
14.	064530	1	1	-	P0
15.	064557	0	1	1	PP
16.	064561	1	1	-	P0
17.	064574	0	1	1	PP
18.	063361	1	1	-	P0
19.	063364	0	1	1	PP
20.	063357	1	1	-	P0
21.	064560	1	1	-	P0
22.	064559	1	1	-	P0
23.	064549	1	1	-	P0
24.	064555	1	1	-	P0
25.	064544	1	0,75	0,25	PN
26.	064547	1	1	-	P0
27.	064540	1	1	-	P0
28.	064542	1	0,85	0,15	PN
29.	064546	0	1	1	PP

30.	061615	1	1	-	P0
31.	030260	0	1	1	PP
32.	045747	1	1	-	P0
33.	030711	1	1	-	P0
34.	010246	1	1	-	P0
35.	035371	1	1	-	P0
36.	030296	1	1	-	P0
37.	010174	1	1	-	P0
38.	1-34-8210-187	1	1	-	P0
39.	04-10-10	1	1	-	P0
40.	04-10-04	1	1	-	P0
41.	010724	1	1	-	P0
42.	010273	1	1	-	P0
43.	010260	1	1	-	P0
44.	040788	0,95	1	0,05	PP
45.	010261	1	1	-	P0
46.	236.175	1	1	-	P0
47.	010269	1	0,85	0,15	PN
48.	010282	1	1	-	P0
49.	055729	1	1	-	P0
50.	041064	1	1	-	P0
51.	048365	1	1	-	P0
52.	058031	1	1	-	P0
53.	049320	1	1	-	P0
54.	055424	0,90	1	0,10	PP
55.	061670	0,90	1	0,10	PP
56.	066622	0,85	1	0,15	PP
57.	066655	1	1	-	P0
58.	066662	0	1	1	PP
59.	066661	1	1	-	P0
60.	066650	1	1	-	P0
61.	033825	1	1	-	P0
62.	040714	1	1	-	P0
63.	037455	1	1	-	P0
64.	0101805	1	1	-	P0
65.	044600	1	1	-	P0

66.	010166	1	1	-	P0
67.	010169	1	0,75	0,25	PN
68.	010164	1	1	-	P0
69.	010160	1	1	-	P0
70.	010158	1	1	-	P0
71.	010153	1	1	-	P0
72.	010152	0	1	1	PP
73.	030349	1	1	-	P0
74.	05082	1	1	-	P0
75.	032229	1	1	-	P0
76.	034960	1	1	-	P0
77.	010147	1	1	-	P0
78.	010146	1	1	-	P0
79.	010165	1	1	-	P0
80.	010170	1	1	-	P0
81.	041397	1	1	-	P0
82.	047979	1	1	-	P0
83.	045935	1	1	-	P0
84.	055507	0,95	1	0,05	PP
85.	044119	1	1	-	P0
86.	053796	1	1	-	P0
87.	055538	1	1	-	P0
88.	055354	1	1	-	P0
89.	065882	1	1	-	P0
90.	058452	1	1	-	P0
91.	053785	1	1	-	P0
92.	09591	1	1	-	P0
93.	09681	1	1	-	P0
94.	053792	1	1	-	P0
95.	062592	1	0,85	0,15	PN
96.	052444	1	1	-	P0
97.	058754	1	1	-	P0
98.	050082	1	1	-	P0
99.	09462	1	1	-	P0
100.	09465	1	1	-	P0

Data Akurasi Meter Air Pelanggan di Kecamatan Kuta Alam

101	018010	1	1	-	P0
102	017785	0,95	1	0,05	PP
103	060128	1	1	-	P0
104	048185	1,25	1	0,25	PN
105	017831	1	1	-	P0
106	017832	1	1	-	P0
107	017833	0	1	1	PP
108	060129	1	1	-	P0
109	017848	1	1	-	P0
110	017814	1	1	-	P0
111	017803	1	1	-	P0
112	050398	1	0,65	0,35	PN
113	017810	1	1	-	P0
114	017808	1	1	-	P0
115	017800	0,50	1	0,50	PP
116	017796	1	0,95	0,05	PN
117	017797	1	1	-	P0
118	017799	1	1	-	P0
119	017798	1	1	-	P0
120	018027	1	1	-	P0
121	016316	1	1	-	P0
122	016315	1	1	-	P0
123	061618	0	1	1	PP
124	061617	0	1	1	PP
125	061616	1	1	-	P0
126	061615	1	1	-	P0
127	016317	1	1	-	P0
128	021292	1	1	-	P0
129	021306	1	1	-	P0
130	021295	1	1	-	P0
131	021315	1	1	-	P0
132	021316	0,90	1	0,10	PP
133	021313	1	1	-	P0
134	021321	1	1	-	P0
135	021323	1	1	-	P0
136	021324	1	1	-	P0

137	021325	1	1	-	P0
138	021327	1	1	-	P0
139	021329	1	1	-	P0
140	016167	1	1	-	P0
141	016169	1	1	-	P0
142	016178	1	1	-	P0
143	016179	1	1	-	P0
144	016168	1	1	-	P0
145	016271	1	1	-	P0
146	036195	1	1	-	P0
147	016104	1	1	-	P0
148	036151	1	1	-	P0
149	036189	1	1	-	P0
150	031955	1	1	-	P0
151	016257	1	1	-	P0
152	016256	1	1	-	P0
153	016255	1	1	-	P0
154	016252	1	1	-	P0
155	016259	1	1	-	P0
156	016254	1	1	-	P0
157	016264	1	1	-	P0
158	016251	1	1	-	P0
159	016260	1	1	-	P0
160	056904	1	1	-	P0
161	016277	1	1	-	P0
162	016276	1	1	-	P0
163	036142	1	1	-	P0
164	036193	1	1	-	P0
165	016275	1	1	-	P0
166	036159	1	1	-	P0
167	016284	1	1	-	P0
168	016281	1	1	-	P0
169	051663	1	1	-	P0
170	042818	1	1	-	P0
171	08859	0,80	1	0,20	PP
172	042568	1	0,60	0,40	PN

173	08814	1	1	-	P0
174	08810	1	1	-	P0
175	08807	1	1	-	P0
176	08803	1	1	-	P0
177	08805	1	1	-	P0
178	042820	1	1	-	P0
179	08801	1,50	1	0,50	PN
180	08877	0,75	1	0,25	PP
181	08799	1	1	-	P0
182	049156	1	1	-	P0
183	08809	1	1	-	P0
184	042717	1	1	-	P0
185	056500	1	1	-	P0
186	08812	1	1	-	P0
187	064933	1	1	-	P0
188	065934	1	1	-	P0
189	065935	1	1	-	P0
190	038959	1	1	-	P0
191	035290	1	1	-	P0
192	038746	1	1	-	P0
193	042735	1	1	-	P0
194	038748	1	1	-	P0
195	038548	1	1	-	P0
196	042644	1	1	-	P0
197	040463	1	1	-	P0
198	048865	1	1	-	P0
199	08831	1	1	-	P0
200	022481	1	1	-	P0

(*Sumber: Hasil Pengukuran Lapangan, 2020*)

B.2 Hasil Pengukuran Tambahan Terhadap Akurasi Meter Air Pelanggan

No	Jenis Penyimpangan	Waktu (WIB)	Bacaan meteran	Air tertampung	Bacaan meteran	Air tertampung	Bacaan meteran	Air tertampung	Selisih dengan Hasil Awal	Hasil awal
			Pengukuran 1		Pengukuran 2		Pengukuran 3			
KECAMATAN SYIAH KUALA										
1	Tidak ada penyimpangan	13:30 - 13:37	1 liter	1 liter	1 liter	1 liter	1 liter	1 liter	0	-
2	Penyimpangan Positif	13:45 - 13:52	0	1 liter	0	1 liter	0	1 liter	0	1
3	Penyimpangan Positif	14:00 - 14:06	0,95	1 liter	0,95	1 liter	0,95	1 liter	0	0,05
4	Penyimpangan negatif	14:14 - 14:16	1 liter	0,85 liter	1 liter	0,85 liter	1 liter	0,85 liter	0	0,15
5	Penyimpangan negatif	14:20 - 14:22	1 liter	0,75 liter	1 liter	0,75 liter	1 liter	0,75 liter	0	0,25
KECAMATAN KUTA ALAM										
6	Tidak ada penyimpangan	14:50 - 14:52	1 liter	1 liter	1 liter	1 liter	1 liter	1 liter	0	-
7	Penyimpangan Positif	14:55 - 14:58	0	1 liter	0	1 liter	0	1 liter	0	1
8	Penyimpangan Positif	15:00 - 15:02	0,5 liter	1 liter	0,5	1 liter	0,5 liter	1 liter	0	0,5
9	Penyimpangan negatif	15:04 - 15:06	1 liter	0,95 liter	1 liter	0,95 liter	1 liter	0,95 liter	0	0,05
10	Penyimpangan negatif	15:08 - 15:10	1 liter	0,65 liter	1 liter	0,65 liter	1 liter	0,65 liter	0	0,35

(*Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2020*)

B.3 Laporan Pencurian Air Oleh Pelanggan Zona 1 Pada Bulan Januari - Juni 2020

No	ID	Alamat	Gampong	Tunggakan		Water Meter				Selesai Putus
				Uraian Bulan	Jumlah Tunggakan	Merk	No. Seri	Stand	Ukuran ø	
1	55068	Jl. Sentosa	Kp. Laksana	Mei '19 – Nov '19	Rp. 1.299.160	Actaris	280956	5414	½"	21-Jan-20
2	58537	Jl. Syiah Kuala	Lambaro Skep	Agt '19 - Jan '20	Rp. 3.264.760	Itron	686176	1439	½"	31-Jan-20

JANUARI 2020

No	ID	Alamat	Gampong	Tunggakan		Water Meter				Selesai Putus
				Uraian Bulan	Jumlah Tunggakan	Merk	No. Seri	Stand	Ukuran ø	
1	58537	Jl. Syiah Kuala	Lambaro Skep	Agt '19 – Jan '20	Rp. 3.264.760	Itron	686176	1439	½"	03-Feb-20
2	55640	Jl. Kepiting	Alue Naga	Sep '15 – Jul '16	Rp. 1.806.250	MD	Kabur	692	½"	07-Feb-20
3	56454	Jl. Dusun Musafir	Alue Naga	Jul '18 – Jan '20	Rp. 3.456.090	Itron	686408	1086	½"	12-Feb-20

FEBRUARI 2020

No	ID	Alamat	Gampong	Tunggakan		Water Meter				Selesai Putus
				Uraian Bulan	Jumlah Tunggakan	Merk	No. Seri	Stand	Ukuran ø	
1	58537	Jl. Syiah Kuala	Lambaro Skep	Agt '19 - Jan '20	Rp.3.264.760	Itron	686176	1439	½"	02-Mar-20

2	24494	Jl. Pati No. 27	Kp. Kramat	Sep '19 - Feb '20	Rp. 684.940	Actaris	280318	3135	½"	11-Mar-20
MARET 2020										
No	**ID**	**Alamat**	**Gampong**	**Tunggakan**		**Water Meter**				**Selesai Putus**
				Uraian Bulan	**Jumlah Tunggakan**	**Merk**	**No. Seri**	**Stand**	**Ukuran ø**	
1	17055	Jl. Kakap No. 5	Kp. Laksana	Mei '08 - Okt '11	Rp. 9.925.315	-	-	-	½"	27-Mei-20
MEI 2020										

(*Sumber: PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1, 2020*)

B.4 Laporan Pencurian Air Oleh Non Pelanggan Zona 1 Pada Bulan Januari - Juni 2020

No.	**Jenis Pekerjaan**	**Nama**	**Alamat**	**Lokasi/ Gampong**	**Water Meter**				**Ket**	**Tanggal**
					Merk	**No. Seri**	**Stand**	**Ukuran ø**		
1	Pemutusan ilegal	Pelanggan Ilegal	Jl. Dusun Musafir	Alue Naga	Amico	Kabur	818	1/2"	Pencurian air	08-Jan-20
JANUARI 2020										
No.	**Jenis Pekerjaan**	**Nama**	**Alamat**	**Lokasi/ Gampong**	**Water Meter**				**Ket**	**Tanggal**
					Merk	**No. Seri**	**Stand**	**Ukuran ø**		
1	Pemutusan ilegal	Pelanggan Ilegal	Jl. Dusun Musafir	Alue Naga	-	-	-	1/2"	Pencurian air	12-Feb-20

2	Pemutusan ilegal	Pelanggan Ilegal	Jl. Dusun Musafir	Alue Naga	-	-	-	1/2"	Pencurian air	12-Feb-20
FEBRUARI 2020										
No	**Jenis Pekerjaan**	**Nama**	**Alamat**	**Lokasi/ Gampong**	**Water Meter**				**Ket**	**Tanggal**
					Merk	**No. Seri**	**Stand**	**Ukuran ø**		
1	Pemutusan ilegal	Pelanggan Ilegal	Jl. Dsn. Gano	Lamdingin	-	-	-	1/2"	Pencurian air	07-Apr-20
APRIL 2020										
No.	**Jenis Pekerjaan**	**Nama**	**Alamat**	**Lokasi/ Gampong**	**Water Meter**				**Ket**	**Tanggal**
					Merk	**No. Seri**	**Stand**	**Ukuran ø**		
1	Pemutusan ilegal	Pelanggan Ilegal	Jl. Jambu	Lambaro Skep	-	-	-	1/2"	Pencurian air	02-Jun-20
2	Pemutusan ilegal	Pelanggan Ilegal	Jl. Kenanga	Lampulo	-	-	-	1/2"	Pencurian air	02-Jun-20
3	Pemutusan ilegal	Pelanggan Ilegal	Jl. SM. Raja	Lampulo	-	-	-	1/2"	Pencurian air	02-Jun-20
4	Pemutusan ilegal	Pelanggan Ilegal	Jl. Indra Budiman	Lampulo	-	-	-	1/2"	Pencurian air	02-Jun-20
5	Pemutusan ilegal	Pelanggan Ilegal	Jl. Indra Budiman II	Lampulo	-	-	-	1/2"	Pencurian air	02-Jun-20
JUNI 2020										

(*Sumber: PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1, 2020*)

B.5 Laporan Perbaikan Pipa Bocor Zona 1

No	Selesai Tanggal	Tanggal SPK	Jenis Pekerjaan	Nama	Alamat	Lokasi/ Gampong	Kondisi
1	02-Jan-20	02-Jan-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Perum. Levita Yelzi depan Blok. D 20	Jeulingke	Bocor pipa Ø 3"
2	03-Jan-20	03-Jan-20	Perbaikan Pipa Bocor	SMA Neg. 2	Jl. Hasyim Banta Muda	Kp. Mulia	Bocor di kaki water meter
3	03-Jan-20	03-Jan-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jln. Teri	Jeulingke	Bocor pipa Ø 2"
4	07-Jan-20	07-Jan-20	Perbaikan Pipa Bocor	Ika Fitriani	Jl. Tgk. Meurah Lr. Bak Geulepe	Jeulingke	Tiang water meter patah
5	11-Jan-20	11-Jan-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Pelangi	Kp. Kramat	Bocor di Tee RRJ Ø 3 "
6	13-Jan-20	13-Jan-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Ayah Hamid lewat Mesjid Oman	Lampriet	Bocor Lepas di sambungan Pipa Ø 4"
7	13-Jan-20	13-Jan-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Tgk. Diblang	Kp. Mulia	Bocor Pipa Ø 1"
8	13-Jan-20	13-Jan-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Tanggul depan Pompes Insafuddin	Lambaro Skep	Saat dicek tidak ada kebocoran
9	13-Jan-20	13-Jan-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Jampe Itam	Jeulingke	Bocor Pipa Ø 3 "
10	13-Jan-20	13-Jan-20	Perbaikan Pipa Bocor	Ir. Teuku Syahrizal	Jl. Dharma	Kp. Laksana	Bocor pipa SR
11	14-Jan-20	14-Jan-20	Perbaikan Pipa Bocor	M. Thaib Wahy, BA	Jl. Pati No. 49	Kp. Kramat	Bocor pipa SR
12	14-Jan-20	14-Jan-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Kartika Asrama PHB	Lampriet	Bocor Pipa Ø 2 "

13	16-Jan-20	16-Jan-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Delima Ds. Diwai Makam	Lambaro Skep	Bocor Pipa Ø 2 "
14	16-Jan-20	16-Jan-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Cendana	Jeulingke	Bocor Pipa Ø 4 "
15	17-Jan-20	17-Jan-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Kasturi	Kp. Kramat	Bocor Pipa Ø 2 "
JANUARI 2020							
No	**Selesai Tanggal**	**Tanggal SPK**	**Jenis Pekerjaan**	**Nama**	**Alamat**	**Lokasi/ Gampong**	**Kondisi**
1	01-Feb-20	01-Feb-20	Perbaikan Pipa Bocor	Pipa Dinas	Jln. Nirbaya II	Asrama PHB	Bocor pipa Ø 3"
2	07-Feb-20	07-Feb-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Antara	Lamdingin	Bocor pipa Ø 2"
3	08-Feb-20	08-Feb-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Kuta Rentang	Deah Raya	Saat dicek tidak ada kebocoran
4	08-Feb-20	08-Feb-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Musafir	Alue Naga	Bocor pipa Ø 4"
5	11-Feb-20	11-Feb-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Tgk Diblang	Lamdingin	Bocor di valve Ø 4"
6	18-Feb-20	18-Feb-20	Perbaikan Pipa Bocor	M. Dahlan	Jl. Syiah Kuala	Deah Raya	Bocor di cuping water meter
7	20-Feb-20	20-Feb-20	Perbaikan Pipa Bocor	Abu Bakar	Jl. Pocut Baren No. 5 Aspol	Kp. Kramat	Bocor pipa instalasi pelanggan bukan pipa SR
8	25-Feb-20	24-Feb-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Durian dan Jl. Semangka	Lambaro Skep	Bocor pipa Ø 2"

9	26-Feb-20	26-Feb-20	Perbaikan Pipa Bocor	S. Pardan	Jl. Gabus	Lampriet	Bocor pipa SR
FEBRUARI 2020							
No	**Selesai Tanggal**	**Tanggal SPK**	**Jenis Pekerjaan**	**Nama**	**Alamat**	**Lokasi/Gampong**	**Kondisi**
1	02-Mar-20	02-Mar-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. T. Hamzah Bendahara Depan RM. Banda Seafood	Kuta Alam	Bocor pipa Ø 3"
2	03-Mar-20	28-Feb-20	Perbaikan Pipa Bocor	Anwar	Jl. Gabus	Lampriet	Bocor pipa SR
3	04-Mar-20	04-Mar-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Kuta Lampanah	Kp. Mulia	Bocor pipa Ø 1"
4	05-Mar-20	03-Mar-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Tgk. Diblang (dalam gorong-gorong Gapura)	Lampulo	Bocor pipa Ø 2"
5	05-Mar-20	05-Mar-20	Perbaikan Pipa Bocor	Isna Dewi	Jl. Kamboja Lr. Beringin II	Lampulo	Tidak ada bocor, kaki water meter sudah keropos dan sudah diganti
6	05-Mar-20	05-Mar-20	Perbaikan Pipa Bocor	M. Sufie (H. Haffan)	Jl. Syiah Kuala Lr. Kerinci	Kuta Alam	Bocor dikaki water meter
7	05-Mar-20	05-Mar-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. T. Hamzah Bendahara Sp. 5	Kuta Alam	Bocor pipa Ø 3"
8	07-Mar-20	07-Mar-20	Perbaikan Pipa Bocor	Mukhtaruddin RZ	Jl. Mesjid I Lr. Chik Amin	Deah Raya	Bocor di koneksi SR clam sadle Ø 2"
9	10-Mar-20	10-Mar-20	Perbaikan Pipa Bocor	Mariani	Jl. Tgk. Dikuta Gano	Lamdingin	Bocor pipa SR

10	13-Mar-20	13-Mar-20	Perbaikan Pipa Bocor	Sutarmi	Jl. T. Tengoh	Lampulo	Lepas pipa SR
11	14-Mar-20	14-Mar-20	Perbaikan Pipa Bocor	Dr. Junaidi I	Jl. Tgk. Meurah Lr. Keuchik Piah	Jeulingke	Bocor di kaki water meter
12	17-Mar-20	17-Mar-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Ayah Hamid	Lampriet	Bocor pipa Ø 1"
13	24-Mar-20	24-Mar-20	Perbaikan Pipa Bocor	M. Jamil	Jl. Cendana Utama	Jeulingke	Bocor di cuping water meter
14	24-Mar-20	24-Mar-20	Perbaikan Pipa Bocor	Sudirmanto/ Isi Ulang	Jl. Ayah Gani	Lamprik	Bocor di drat water meter, harus diganti water meter baru
15	26-Mar-20	24-Mar-20	Perbaikan Pipa Bocor	Anjungan Bireun	Jl. Tanggul	Lampriet	Bocor pipa SR
16	27-Mar-20	27-Mar-20	Perbaikan Pipa Bocor	Syauqas Qardhawi	Jl. Taman Kota	Gp. Tibang	Pipa SR lepas
17	31-Mar-20	31-Mar-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. SM. Raja Lr. Flamboyan II	Lampulo	Bocor 2 titik, pipa Ø 2" dan pipa Ø 4"
MARET 2020							
No	**Selesai Tanggal**	**Tanggal SPK**	**Jenis Pekerjaan**	**Nama**	**Alamat**	**Lokasi/ Gampong**	**Kondisi**
1	07-Apr-20	07-Apr-20	Perbaikan Pipa Bocor	Drs. Mustafa Usman	Jl. Tgk. Diblang	Lampulo	Bocor pipa SR
2	09-Apr-20	09-Apr-20	Perbaikan Pipa Bocor	H. Ahmad Danion	Jl. Pocut Baren	Kp. Laksana	Bocor pipa Ø 2"
3	09-Apr-20	09-Apr-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Tanggul dekat Pesantren Insafuddin	Lambaro Skep	Bocor pipa Ø 4"

4	11-Apr-20	08-Apr-20	Perbaikan Pipa Bocor	Ibrahim M. Iman	Lr. Bak Panah II NO. 24	Peunayong	Bocor pipa SR
5	13-Apr-20	13-Apr-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Tanggul dekat Pesantren Insafuddin	Lambaro Skep	Bocor pipa Ø 4"
6	13-Apr-20	13-Apr-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Tanggul	Kuta Alam	Bocor pipa Ø 3"
7	14-Apr-20	13-Apr-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. T.H. Bendahara Depan PWI	Kuta Alam	Bocor pipa Ø 3"
8	15-Apr-20	15-Apr-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Kuta Lampanah	Kp. Mulia	Bocor pipa Ø 3/4"
9	15-Apr-20	15-Apr-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. T. Nyak Arief depan RM. Trienggadeng	Kuta Alam	Bocor pipa Ø 2"
10	16-Apr-20	16-Apr-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. T. Nyak Johan Simpang Jl. Syiah Kuala	Lamdingin	Bocor pipa Ø 4"
11	17-Apr-20	17-Apr-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Pari dan Jl. Ayah Gani	Lampriet	Bocor pipa Ø 1 1/2"
12	21-Apr-20	21-Apr-20	Perbaikan Pipa Bocor	Ida Ruwaida	Jl. Dharma No. 24	Kp. Laksana	Bocor pipa SR
13	22-Apr-20	22-Apr-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Tanggul	Kuta Alam	Bocor pipa Ø 3"
14	24-Apr-20	24-Apr-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Letnan	Kp. Laksana	Bocor pipa Ø 3"
15	25-Apr-20	25-Apr-20	Perbaikan Pipa Bocor	Novia Irna	Jl. Belanak	Lampriet	Bocor pipa SR
16	29-Apr-20	07-Apr-20	Perbaikan Pipa Bocor	M. Tarmizi	Jl. Tgk. Syarief	Jeulingke	Bocor pipa SR

17	29-Apr-20	29-Apr-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Syiah Kuala	Lamdingin	Bocor pipa Ø 3"
18	30-Apr-20	30-Apr-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Bayatika I Asrama PHB	Lampriet	Bocor pipa Ø 1"
APRIL 2020							
No	**Selesai Tanggal**	**Tanggal SPK**	**Jenis Pekerjaan**	**Nama**	**Alamat**	**Lokasi/ Gampong**	**Kondisi**
1	06-Mei-20	06-Mei-20	Perbaikan Pipa Bocor	Zuryani	Jl. Kasturi No. 10	Kp. Kramat	Bocor pipa SR
2	06-Mei-20	06-Mei-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Euforbia	Lampulo	Ventilasi terbuka
3	06-Mei-20	06-Mei-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. T. Nyak Arief (Kantor Mapolda Aceh)	Jeulingke	Bocor pipa Ø 2"
4	11-Mei-20	11-Mei-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Inspeksi Krueng Aceh samping Ubudiyah	Alue Naga	Bocor pipa Ø 1 1/2"
5	12-Mei-20	12-Mei-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Pati Lr. Balam	Kp. Kramat	Bocor pipa Ø 1 1/2"
6	12-Mei-20	12-Mei-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Syiah Kuala Ds. Gano	Lamdingin	Bocor pipa Ø 3"
7	13-Mei-20	13-Mei-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Syiah Kuala	Lamdingin	Bocor pipa Ø 2"
8	14-Mei-20	14-Mei-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Syiah Kuala Ds. Gano	Lamdingin	Bocor pipa Ø 3"
9	16-Mei-20	16-Mei-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Taman Kota Tibang	Alue Naga	Bocor pipa Ø 3/4"

10	16-Mei-20	16-Mei-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Musafir	Alue Naga	Bocor pipa Ø 2"
11	18-Mei-20	18-Mei-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Syiah Kuala Simpang Jl. T. Diblang	Lamdingin	Bocor pipa SR yang telah lama putus
12	19-Mei-20	19-Mei-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. T. Diblang depan Lr. Antara	Kp. Mulia	Bocor pipa Ø 2"
13	19-Mei-20	19-Mei-20	Perbaikan Pipa Bocor	Muhammad Isni	Jl. Tgk. Meulagu Lr. TPA Nurul Falah	Tibang	Bocor pipa SR
14	30-Mei-20	30-Mei-20	Perbaikan Pipa Bocor	T. Alamsyah Banta	Jl. Bakti Sentosa No. 11	Kp. Laksana	Bocor di kaki water meter
15	30-Mei-20	30-Mei-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Syiah Kuala	Lamdingin	Bocor pipa SR yang telah lama diputus
16	30-Mei-20	30-Mei-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. T. Hamzah Bendahara	Kuta Alam	Bocor pipa SR lama
MEI 2020							
No	**Selesai Tanggal**	**Tanggal SPK**	**Jenis Pekerjaan**	**Nama**	**Alamat**	**Lokasi/ Gampong**	**Kondisi**
1	02-Jun-20	02-Jun-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Nyak Bintang	Lamdingin	Bocor pipa SR lama
2	02-Jun-20	02-Jun-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Kuwera Asrama PHB	Lampriet	Bocor pipa Ø 3/4" SR lama
3	02-Jun-20	02-Jun-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Gabus	Lampriet	Bocor pipa Ø 3"

4	02-Jun-20	02-Jun-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Nyak Putri	Lamdingin	Bocor pipa Ø 3/4" SR lama
5	04-Jun-20	04-Jun-20	Perbaikan Pipa Bocor	T. Alamsyah Banta	Jl. Bakti Sentosa No. 11	Kp. Laksana	Bocor di kaki meter
6	05-Jun-20	05-Jun-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Nyak Ali	Jeulingke	Bocor pipa 3"
7	09-Jun-20	09-Jun-20	Perbaikan Pipa Bocor	H. Muchtar A. Rasyid, Drs	Jl. Teuladan	Kp. Kramat	Bocor pipa SR
8	10-Jun-20	10-Jun-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jln. T. Hamzah Bendahara	Kuta Alam	Bocor Pipa Ø 4"
9	11-Jun-20	11-Jun-20	Perbaikan Pipa Bocor	ATM BNI	Jl. T. Nyak Arief	Jeulingke	Bocor pipa SR
10	11-Jun-20	11-Jun-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Pocut Baren	Peunayong	Bocor pipa 3/4"
11	12-Jun-20	12-Jun-20	Bocor pada kaki water meter	Fatmawati Nst	Jl. Seulanga	Lamdingin	Bocor pipa SR
12	13-Jun-20	13-Jun-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Todak I Kutaran	Alue Naga	Bocor pipa Ø 2"
13	13-Jun-20	13-Jun-20	Perbaikan Pipa Bocor	Nasruddin	Jl. Keladi Gg. Buntu	Lampulo	Bocor pipa SR
14	17-Jun-20	17-Jun-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Pocut Baren	Kp. Kramat	Bocor pipa 2"
15	17-Jun-20	17-Jun-20	Perbaikan Pipa Bocor	Abubakar Hsr	Jl. Todak II	Alue Naga	Bocor pipa SR

16	18-Jun-20	17-Jun-20	Perbaikan Pipa Bocor	Jaringan Pipa Dinas	Jl. Kuta Karang	Kuta Alam	Bocor pipa 3"
17	18-Jun-20	17-Jun-20	Perbaikan Pipa Bocor	M. Amin Hasan	Jl. Seulanga	Lamdingin	Bocor pipa SR
JUNI 2020							

(*Sumber: PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh Zona 1, 2020*)

جامعة الرانري
AR-RANIRY

LAMPIRAN C

PERHITUNGAN NERACA AIR DAN ILI

C.1 Perhitungan Komponen Data Penyusunan Neraca Air dalam m^3 /tahun dan Rp.

1. Tarif Rata-rata = Total Pendapatan : Jumlah Air yang Terjual
   = Rp. 8.104.421.750 : 1.755.151 m^3/tahun
   = **Rp. 4.618**
2. Volume Input Sistem (Jumlah Air yang Didistribusi)
   = 437.649 m^3/tahun x 6
   = **2.625.893 m^3/tahun** x Rp. 4.618
   = **Rp. 12.125.078.892**
3. Konsumsi Resmi = Konsumsi Resmi Berekening + Konsumsi Resmi Tak Berekening
   = 1.755.151 m^3/tahun + 0
   = **1.755.151 m^3/tahun** x Rp. 4.618
   = **Rp. 8.105.287.318**
4. Kehilangan Air = Volume Input Sistem – Konsumsi Resmi
   = 2.625.893 m^3/tahun - 1.755.151 m^3/tahun
   = **870.742 m^3/tahun** x Rp. 4.618
   = **Rp. 4.021.086.556**
5. Kehilangan Air Fisik = Kehilangan Air – Kehilangan Air Non Fisik
   = 870.742 m^3/tahun - 52.070,4 m^3/tahun
   = **818.671,6 m^3/tahun** x Rp. 4.618
   = **Rp. 3.780.625.448,8**
6. Ketidakakuratan Meter Air Pelanggan
   = **52.070,4 m^3/tahun** x Rp. 4.618
   = **Rp. 240.461.107,2**
7. Kebocoran pipa dinas sampai meter air pelanggan
   = 10% x 818.671,6 m^3 /tahun
   = **81.867,16 m^3/tahun** x Rp. 4.618
   = **Rp. 378.062.544,88**
8. Air Tak Berekening = Volume Input Sistem – Air Berekening
   = 2.625.893 m^3/tahun - 1.755.151 m^3/tahun
   = **870.742 m^3/tahun** x Rp. 4.618 = **Rp. 4.021.086.556**

C.2 Perhitungan Komponen Data Penyusunan Neraca Air dalam Persen (%)

$$\% = \frac{\text{Debit pada Komponen Neraca Air}}{\text{Volume Input Sistem}} \times 100\%$$

1. Volume Input Sistem = **100%**
2. Konsumsi Resmi $= \frac{1.755.151\ m^3/tahun}{2.625.893\ m^3/tahun} \times 100\%$
   = **67%**
3. Kehilangan Air $= \frac{870.742\ m^3/tahun}{2.625.893\ m^3/tahun} \times 100\%$
   = **33,2%**
4. Kehilangan Air Fisik $= \frac{818.671,6\ m^3/tahun}{2.625.893\ m^3/tahun} \times 100\%$
   = **31,2%**
5. Ketidakakuratan Meter Air Pelanggan
   $= \frac{52.070,4\ m^3/tahun}{2.625.893\ m^3/tahun} \times 100\%$
   = **2%**
6. Kebocoran pipa dinas sampai meter air pelanggan
   $= \frac{81.867,16\ m^3/tahun}{2.625.893\ m^3/tahun} \times 100\%$
   = **3,1%**
7. Air Tak Berekening $= \frac{870.742\ m^3/tahun}{2.625.893\ m^3/tahun} \times 100\%$
   = **33%**

C.3 Perhitungan ILI

1. Menghitung MAAPL
   MAAPL (l/hari) = (18 X LM + 0,8 X NC + 25 x LP) x P

Diketahui:

LM= Panjang Pipa Induk (km) = 45,89 km

NC = Jumlah Sambungan Pelanggan (SR) = 12.280 SR

LP = Panjang Rata-rata Pipa Dinas = 0,006 km x 12.280 = 73,68 km

P = Tekanan Rata-rata (m) = 2,69 atm x 10 m = 26,9 m

Penyelesaian:

MAAPL = (18 X LM + 0,8 X NC + 25 x LP) x P

= (18 X 45,89 km + 0,8 X 12.280 SR + 25 x 73,68 km) x 26,9 m

= (826,02 + 9.824 + 1.842) x 26,9

= 336.035.338 (l/hari)

= 10.081.060.140 (l/bulan) x 6 bulan

= **60.486.360,84 l/tahun**

2. Menghitung CAPL

CAPL (l/tahun) = Kehilangan Air Fisik

= 818.671,6 m^3/tahun

= **818.671.600 l/tahun**

3. Menghitung ILI

$$ILI = \frac{CAPL}{MAAPL}$$

$$= \frac{818.671.600 \text{ l/tahun}}{60.486.360,84 \text{ l/tahun}}$$

= **13,53**