

**ANALISIS KEHILANGAN AIR FISIK
MENGUNAKAN METODE *DISTRICT METER*
AREA (STUDI KASUS ZONA KENALI JAYA)**

TUGAS AKHIR



FAJAR UMARA

NPM : 1700825201083

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI
JAMBI
2022**

**ANALISIS KEHILANGAN AIR FISIK
MENGUNAKAN METODE *DISTRICT METER*
AREA (STUDI KASUS ZONA KENALI JAYA)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Oleh :

FAJAR UMARA

NPM : 1700825201083

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI
JAMBI
2022**

**ANALISIS KEHILANGAN AIR FISIK
MENGUNAKAN METODE *DISTRICT METER*
AREA (STUDI KASUS ZONA KENALI JAYA)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Oleh :

FAJAR UMARA

NPM : 1700825201083

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI
JAMBI
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS KEHILANGAN AIR FISIK MENGUNAKAN METODE *DISTRICT METER AREA* (STUDI KASUS ZONA KENALI JAYA)

TUGAS AKHIR

Oleh

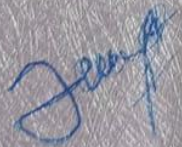
FAJAR UMARA
NPM : 1700825201083

Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi, menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan Judul dan Penyusun sebagaimana tersebut diatas telah disetujui sesuai dengan prosedur, ketentuan, kelaziman yang berlaku pada Program Strata Satu (SI) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Bataughari Jambi.

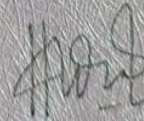
Jambi, 12 April 2022

Pembimbing I

Pembimbing II



Siti Umi Kalsum, ST, M.Eng
NIDN. 1027067401



Hadrah, ST, MT
NIDN. 1020088802

HALAMAN PENGESAHAN


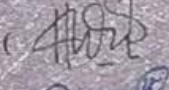
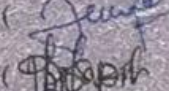
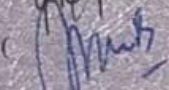

ANALISIS KEHILANGAN AIR FISIK MENGUNAKAN METODE *DISTRICT METER AREA* (STUDI KASUS ZONA KENALI JAYA) TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini telah dipertahankan pada Sidang Tugas Akhir Komprehensif Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Nama : Fajar Umara
NPM : 1700825201083
Hari/ Tanggal : Kamis/ 17 Februari 2022
Tempat : Ruang Sidang Teknik


TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

- Ketua :
1. Anggrika Riyanti, ST, M.Si
NIDN. 10100288001
- Anggota :
2. Hadrah, ST, MT
NIDN. 1020088802
 3. Siti Umi Kalsum, ST, M.Eng
NIDN. 1027067401
 4. Dian Afriyanti, SP, M.Sc
NIDN. 1021048101
 5. Marhadi, ST, M.Si
NIDN. 1008038002

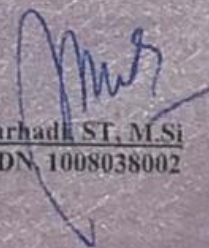
()
()
()
()
()

Disahkan Oleh

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME
NIDN. 1015126501

Ketua Program Studi Teknik
Lingkungan


Marhadi, ST, M.Si
NIDN. 1008038002

ABSTRAK

ANALISA KEHILANGAN AIR FISIK MENGGUNAKAN METODE *DISTRICT METER AREA* (STUDI KASUS ZONA KENALI JAYA)

Fajar Umara, Dibimbing oleh Pembimbing I Siti Umi Kalsum, ST,M.Eng dan Pembimbing II Hadrah ST, MT

xiv + 76 halaman , 8 tabel, 12 Gambar, 3 lampiran

ABSTRAK

Tingkat kehilangan Air Perumda Tirta Mayang Kota Jambi untuk Zona Kenali Jaya Tahun 2021 sebesar 40,25 %, Persentase kehilangan air tersebut tinggi dibandingkan dengan toleransi tingkat kehilangan air 20%. Salah satu metode yang digunakan untuk menurunkan kehilangan air dengan metode District Metered Area yang merupakan teknik untuk memantau kebocoran dengan pemasangan meter induk pada titik yang

strategis pada sistem distribusi. Penelitian bertujuan untuk menganalisa perbandingan kehilangan air fisik sebelum dan sesudah menggunakan District Metered Area pada Zona Kenali Jaya. Analisis debit dan tekanan di lapangan pada metode ini digunakan sebagai dasar perhitungan kehilangan air per bulan dan dilakukan dengan metode step test dengan mengecek selisih volume air tiap sepuluh menit. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan DMA pada pengaliran air menjadi lebih terkontrol dan mudah untuk dilakukan pemeliharaan jaringan. Penyebab kebocoran yang terjadi di Zona Kenali Jaya ini adalah kerusakan pada pipa diameter 63 mm jenis PVC yang pecah karena pipa tidak kuat menahan tekanan air dan sambungan-sambungan konekting pipa yang kurang baik pengerjaannya. Angka Tingkat kehilangan air lokasi penelitian sebelum dilakukan metode District Metered Area pada bulan Agustus 2021 sebesar 37% dan setelah menggunakan metode ini sampai dengan bulan November 2021 terjadi penurunan sebesar 14%. metode ini mampu menurunkan tingkat kehilangan air yang tinggi.

Kata Kunci : Tingkat Kehilangan Air, District metered Area, Zona Kenali Jaya

**ANALYSIS OF PHYSICAL WATER LOSS USING THE DISTRICT METER AREA METHOD (CASE STUDY
OF KENALI JAYA ZONE)**

Fajar Umara, Supervised by Supervisor I Siti Umi Kalsum, ST, M.Eng and Supervisor II Hadrah ST, MT

Abstract

The water loss rate of Perumda Tirta Mayang Jambi City for the Kenali Jaya Zone in 2021 is 40.25%, and the percentage of water loss is high compared to the tolerance level of 20% water loss. One of the methods used to reduce water loss is the District Metered Area method, which is a technique for monitoring leaks by installing master meters at strategic points in the distribution system. This study aims to analyze the comparison of physical water loss before and after using the District Metered Area in the Kenali Jaya Zone. Analysis of discharge and pressure in the field in this method is used as the basis for calculating water loss per month and is carried out by the step test method by checking the difference in water volume every ten minutes. The results of the analysis show that the use of DMA in water flow becomes more controlled and easier to carry out network maintenance. The cause of the leak that occurred in the Kenali Jaya Zone was damage to the 63 mm diameter PVC pipe which broke because the pipe was not strong enough to withstand water pressure and the pipe connections were not well done. The rate of water loss at the research location before the District Metered Area method was carried out in August 2021 was 37% and after using this method until November 2021 there was a decrease of 14%. This method can reduce the high level of water loss.

Keywords: Water Loss Rate, District metered Area, Recognition Jaya Zone

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fajar Umara

NPM : 1700825201083

Judul : Analisis Kehilangan Air Fisik Menggunakan Metode *District Metered Area* (Studi Kasus Zona Kenali Jaya).

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri di dampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Laporan Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Batanghari sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Jambi, 12 April 2022

FAJAR UMARA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk orang tua,
keluarga sahabat,

Dan semua pihak yang telah bertanya :
"Kapan Sidang ?" , "Kapan Wisuda?" ,

Kalian adalah alasan saya segera menyelesaikan

MOTTO

- *Besok harus lebih baik dari hari ini*
- *Pergunakan waktumu dengan sebaik-baiknya, Jangan biarkan waktu menghayutkan dirimu.*

KATA-KATA MUTLARA

- *Tugas kita bukanlah untuk berhasil, Tugas kita Adalah untuk mencoba, karena didalam mencoba Itulah kita*

*menemukan dan belajar membangun
Kesempatan untuk berhasil.*

- *Jangan pernah merobohkan pagar tanpa
mengetahui Mengapa didirikan. Jangan
pernah mengabaikan Tuntutan kebaikan
tanpa mengetahui keburukan Yang
kemudian anda dapat.*
- *Janganlah pengejaran
orang lain... Kau jadikan
penentu arah hidupmu
Janganlah juga
Keberhasilan orang
lain Menjadikanmu
jiwa baik yang Merasa
tertinggi.*

*Ikhlaslah menerima diri baikmu
hari ini Sebagai titik awal
pertumbuhan Kehebatan
hidupmu sendiri.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada Penulis, sehingga Tugas Akhir dengan judul Analisis Kehilangan Air Fisik Menggunakan Metode *District Meter Area* (Studi Kasus Zona Kenali Jaya) dapat terselesaikan. Penulis percaya, jika sesuatu pekerjaan itu terselesaikan dengan baik tidak terlepas dari kasih karunia, dan juga interaksi antara doa serta ketekunan yang tinggi akan membuahkan hasil yang memuaskan, apapun pekerjaan yang dilakukan.

Tugas Akhir ini merupakan persyaratan akademis yang harus diselesaikan mahasiswa guna memenuhi persyaratan kurikulum pendidikan pada jenjang Strata satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Batanghari.

Tugas Akhir ini terselesaikan tidak lepas dari dorongan dan bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak, baik moril maupun materil, untuk itu Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi;
2. Marhadi, S.T, M.Si Selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan;
3. Umi Kalsum S.T, M.Eng selaku Dosen Pembimbing I tugas akhir yang selalu memberikan arahan serta bimbingan;
4. Hadrah, S.T, MT Selaku Dosen Pembimbing II tugas akhir yang selalu memberikan arahan serta bimbingan;
5. Kedua Orang Tua yang memberikan do'a dan semangat;

6. Seluruh staf pengajar yang telah memberikan ilmu sejak awal perkuliahan hingga penulis menyelesaikan strata 1 di jurusan Teknik Lingkungan Universitas Batanghari;
7. Seluruh karyawan dan tata usaha yang membantu dalam bidang administrasi selama perkuliahan;
8. Seluruh kerabat, teman- teman terbaik Fajar, Rezky, Dicky, Aji, Riska, Candra, Nevi, Femi, Putri yang telah berkenan membantu dan menjadi tempat berdiskusi dan teman-teman Prodi Teknik Lingkungan Angkatan 2017, pihak yang membantu dan tidak bisa disebutkan satu persatu;

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dan banyak terdapat kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak untuk perbaikan Tugas Akhir dikemudian hari. Semoga Tugas Akhir yang telah disusun oleh penulis ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Tak lupa penulis meminta maaf jika ada tutur kata, tulisan, dan perbuatan yang kurang berkenan. Terima kasih.

Jambi, 12 April 2022

Penulis

Fajar Umara

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fajar Umara
NPM : 1700825201083
Judul : Analisis Kehilangan Air Fisik Menggunakan
Metode *DISTRICK METERED AREA* (Studi kasus
Zona Kenali Jaya)

Menberikan izin kepada pembimbing dan Universitas Batanghari untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan hasil penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Coresponding Author*).

Jambi, 12 April 2022

Penulis

Fajar Umara

DAFTAR ISI

SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
ABSTRAK	v
HALAMAN KEASLIAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Masalah	3
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Sistematika Penelitaa.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1	S
istem Distribusi Air Bersih	6
2.1.1 Sistem Berkelanjutan(<i>Continuous Sistem</i>)	6
2.1.2 Sistem Bergilir (<i>Intermittent Sistem</i>).....	7
2.2	S
istem Jaringan Induk dan Perpipaan Distribusi Air.....	8
2.3	I
ntake dan Jaringan Pipa Transmisi	9
2.4	U
nit Reservoir.....	10
2.5	U
nit Pompa.....	12
2.6	K
ehilangan Air	14
2.7	K
ehilangan Air (NRW)	15
2.8	K
ehilangan AirFisik	18

2.9	.....	K
	kehilangan Air Non Fisik.....	19
2.10	.....	P
	pengendalian Kehilangan Air Fisik (kebocoran).....	21
2.11	.....	M
	metode Pencarian Kehilangan Air	23
2.12	.....	A
	alat Pendeteksi Kehilangan Air	24

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Jenis dan Pendekatan Penelitian	29
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian.....	29
3.3	Teknis Pengumpulan Data.....	32
3.3.1	.....	D
	data Primer.....	31
3.3.2	.....	D
	data Sekunder.....	31
3.4	.....	S
	sumber Data.....	33
3.5	.....	B
	Diagram Alir Penelitian	34
3.6	.....	T
	tahap Penelitian Lapangan	36
3.7	.....	A
	analisa Data	39
3.8	.....	M
	metode Analisa Data.....	40

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1	.....	K
	kondisi Eksisting Zona Kenali Jaya.....	41
4.2	.....	I
	identifikasi District Meter Area	43
	4.2.1 water Balance PERUMDA Tirta Mayang.....	46
4.3	.....	A
	analisis Step Test	49
	4.3.1 perhitungan Kehilangan Air	55
4.4	.....	T
	tindak Lanjut Hasil Step Test.....	64
	4.4.1 Penelusuran Lokasi	64
4.5	.....	A
	analisis Kebocoran.....	66
4.6	.....	A
	analisis Pressure Management	70

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran.....	74

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Ground Reservoir</i>	11
Gambar 2.2	<i>Elevated Reservoir</i>	12
Gambar 2.3	Macam <i>Head</i> Pompa	13
Gambar 2.4	Neraca Air Komponen NRW	15
Gambar 2.5	Faktor penyebab kehilangan air	21
Gambar 2.6	Grafik Dampak Pengendalian Penurunan Kehilangan Air.....	22
Gambar 2.7	Instalasi Pressure Reducing Valve	22
Gambar 2.8	Cara kerja <i>noise loggers</i>	24
Gambar 2.9	Cara kerja <i>ground microphone</i>	25
Gambar 3.1	kondisi daerah Zona Kenali Jaya.....	30
Gambar 3.2	Lokasi Zona DMA Kenali Jaya	31
Gambar 3.3	aksesoris pipa <i>gate valve</i> dan meteran induk	31

Gambar 3.4	Bagan Alir Tahapan Kegiatan Penelitian	35
Gambar 4.1	Kondisi Jl. Zona Kenali Jaya.....	41
Gambar 4.2	Jaringan Pipa Distribusi Zona Kenali Jaya.....	42
Gambar 4.3	Inventaris accessories pipa	43
Gambar 4.4	<i>Water balance</i> Bulan Agustus 2021	47
Gambar 4.5	Skema <i>Step Test</i> DMA Kenali Jaya.....	49
Gambar 4.6	Diagram Tingkat Kehilangan Air Hasil <i>Step Test</i>	52
Gambar 4.7	Grafik Stand Meter Induk.....	55
Gambar 4.8	Grafik Kublikasi Meter Induk	55
Gambar 4.9	Grafik Meter Pelanggan	56
Gambar 4.10	Grafik Zona 1 (2609).....	56
Gambar 4.11	Grafik Grafik Zona 2 (2616)	57
Gambar 4.12	Grafik Zona 3 (2621).....	57
Gambar 4.13	Grafik Jumlah Total Pelanggan	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.5	Identifikasi Keakuratan Meter Air	20
Tabel 3.1	Jenis dan Sumber Data	33
Tabel 3.2	Contoh Blanko <i>Step Test</i> pada DMA	38
Tabel 3.3	Indikatif Keakuratan Meter Air	40
Tabel 4.1	<i>Inventaris</i> Pipa dan <i>Accessories</i> DMA Kenali Jaya.....	45
Tabel 4.2	Hasil <i>Step Test</i>	52
Tabel 4.3	Tingkat Kehilangan Air	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perumda Tirta Mayang Kota Jambi saat ini mengalami permasalahan dalam hal tingginya tingkat kehilangan air (*Non Revenue Meter*). Pada tahun 2021 terjadi kehilangan air sebesar 40,25% yang mana lebih tinggi dari toleransi angka kebocoran air bersih (yaitu kehilangan air maksimal 20%). Untuk mendukung program pengurangan kehilangan air tersebut, maka dibentuk program *District Meter Area* (DMA).

Salah satu upaya dalam meningkatkan pelayanan penyediaan air minum adalah dengan mengoptimalkan system penyediaan air minum dengan menurunkan kehilangan air baik fisik maupun non fisik (Farley, 2008). Pengaruh manfaat DMA dalam menangani penurunan tingkat kehilangan air fisik antara lain, tersedianya akses tambahan PERUMDA dalam bentuk perputaran uang, pengurangan sambungan-sambungan ilegal, dan meningkatnya layanan pelanggan (Annisa, 2015). *Performance indices* adalah salah satu yang dapat menggambarkan kemampuan sistem jaringan distribusi air minum dan *performance indices* ini dapat mengukur tekanan air rata-rata, minimum, maksimum (Hadi, 2015).

Adapun cara mengurangi angka *Non Revenue Water* (NRW) dapat dilakukan dengan memperbaiki kebocoran terlihat dan yang dilaporkan, memperbarui peta jaringan perpipaan, dan mencari sambungan - sambungan yang ilegal. Salah satu teknik untuk memantau kebocoran

Pada suatu wilayah yang kecil yaitu menggunakan metode *District Metered Area* (DMA). Pertama kali konsep DMA (*District Metered Area*), diterapkan di Inggris pada awal tahun 1980-an, *District Metered Area* (DMA) dapat diartikan suatu wilayah atau area yang dibatasi oleh satu atau beberapa meter air dan beberapa valve, sehingga satu *District Metered Area* (DMA) dengan DMA lain tidak saling berhubungan dan kehilangan air dapat diketahui lebih spesifik masing-masing *District Metered Area* (Anissa, 2015). Oleh Karna itu pembentukan zona DMA dapat bersipat sementara dan permanent, untuk mempermudah pengendalian tiap zona terbagi atas beberapa sub zona. Sub zona merupakan bagian kecil dari zona yang fungsinya untuk memonitor keadaan jaringan. (Rizki,2016) Keuntungan dalam pembentukan zona DMA ialah :

Mempermudah monitoring pemakaian air oleh pelanggan yang dicocokkan dengan meter induk zona atau blok monitoring (sub zona), sehingga dapat cepat diketahui tingkat kebocoran di setiap zona atau blok, mempermudah pencarian kebocoran pipa distribusi karena area monitoringnya terbagi menjadi zona-zona atau blok dengan jumlah pelanggan lebih kurang 500-1000 pelanggan, mempermudah pelacakan sambungan liar (*Illegal Conection*).

Sementara itu pembentukan zona DMA juga memiliki kekurangan atau kerugian yaitu, membutuhkan biaya yang besar untuk penambahan banyak valve dan aksesoris zonasi, serta biaya perawatan yang besar.

Zona Kenali Jaya merupakan daerah padat penduduk dan berelevasi cukup tinggi. Saat ini kehilangan air di jalan kenali jaya sekitar 35% (Perumda Tirta Mayang 2021), daerah tersebut terdapat tiga zona dengan jumlah pelanggan 614

SR/SL termasuk ruko, perkantoran, sarana pendidikan dan tempat peribadatan yang menggunakan fasilitas air bersih dari Perumda Tirta Mayang, dengan wilayah pelayanan Perumda Air Minum Tirta Mayang Kota Jambi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian mengenai permasalahan kehilangan air pada latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Berapa persentase kehilangan air per bulan di zona Kenali Jaya dari bulan Juni sampai dengan November?
2. Apakah terjadi penurunan kehilangan air setelah digunakan program *District Metered Area* di Zona Kenali Jaya?

1.3 Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui apa kegunaan metode DMA dalam menurunkan kehilangan air pada suatu daerah, pada kasus ini wilayah pengaliran distribusi PERUMDA khususnya Zona Kenali Jaya Kecamatan Alam Barajo Kota Jambi. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui tingkat kehilangan air per bulan di sistem jaringan distribusi air minum di daerah Zona Kenali Jaya.
2. Menganalisis pengaliran air menggunakan *District Meter Area* di Zona Kenali Jaya.
3. Menghitung dan membandingkan tingkat kehilangan air sebelum dan setelah digunakan DMA (*District Meter Area*).

1.4 Batasan Masalah

Dari rumusan masalah diatas, maka penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini. Adapun permasalahan yang dimaksud adalah sebagai berikut

1. Menganalisis volume air terpakai dan volume air terkirim di Zona Jalan Kenali Jaya.
2. Melakukan survey lapangan dengan menghitung tingkat kebocoran dengan di lakukan uji step test pada *District Meter Area* Zona Kenali jaya.
3. Menganalisa sebab-sebab terjadinya kehilangan air akibat kehilangan air fisik untuk dilakukan pencegahannya.
4. Menganalisis penurunan kehilangan air setelah dilakukannya step test.

Penelitian ini dilakukan selama 6 (Enam) bulan dari bulan Juni 2021 s/d bulan November 2021.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan akhir ini disusun sedemikian rupa sehingga tidak menyimpang dari pedoman yang telah ditentukan. Adapun hal – hal yang diuraikan dalam laporan ini adalah sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Dalam bab ini diuraikan tentang Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Maksud dan Tujuan penulisan, serta Sistematika Penulisan secara garis besar.

Bab II Tinjauan Pustaka

Dalam bab ini membahas dasar teori tentang sistem distribusi air bersih di perkotaan, sistem jaringan distribusi air bersih, indikator kerja pengoperasian sistem distribusi air bersih, analisa jaringan perpipaan, standar debit aliran air bersih, standar kontinuitas pelayanan sistem jaringan air distribusi, kehilangan air dan penurunan kehilangan air.

Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini membahas metode penelitian yang berisikan tentang alur penelitian, pembahasan penelitian, metode pengumpulan data, serta pengolahan dan analisis data.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan tentang hasil dan pembahasan penelitian Tugas Akhir yang dilakukan. Dengan pembahasan hasil identifikasi DMA, analisis kehilangan air, analisis *Step Test*, analisis kebocoran dan analisis *Pressure Management* pada zona Kenali Jaya.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Mengemukakan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian Tugas Akhir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Distribusi Air Bersih

Dalam mengevaluasi sistem distribusi air minum di dasarkan atas dua factor utama yaitu kebutuhan air (*water demand*) dan tekanan air, serta di tunjang dengan faktor kontinuitas dan keamanan (*safety*). Fungsi pokok jaringan distribusi adalah menghantarkan air minum ke seluruh pelanggan dengan tetap memperhatikan faktor kualitas, kuantitas, kontinuitas dengan tekanan dan kecepatan air yang memenuhi standar. Kondisi yang diinginkan pelanggan adalah kapan saja mereka membuka kran air selalu tersedia. Air yang disuplai melalui jaringan pipa distribusi, sistem pengalirannya terbagi atas dua alternatif pendistribusian, yaitu :

2.1.1 Sistem Berkelanjutan (*Continuous Sistem*)

Pada sistem ini, suplai dan distribusi air kepada pelanggan dilaksanakan secara terus-menerus selama 24 (dua puluh empat) jam. Sistem ini diterapkan bilapada setiap waktu kuantitas air bersih dapat memenuhi kebutuhan konsumsi air didaerah pelayanan.

- a. Keuntungan menggunakan sistem ini adalah pelanggan akan mendapatkan air minum setiap saat dan air minum yang diambil dari titik pengambilan air dalam jaringan distribusi selalu dalam kondisi segar.
- b. Kerugian sistem ini adalah pemakaian air akan cenderung lebih boros, dan bila ada sedikit kehilangan air, jumlah air terbuang akan sangat besar.

2.1.2 Sistem Bergilir (*Intermittent Sistem*)

Pada sistem ini air minum yang disuplai dan didistribusikan kepada pelanggan dilakukan hanya selama beberapa jam dalam satu hari, yaitu dua sampai empat jam pada pagi dan sore hari. Sistem ini biasanya diterapkan apabila kuantitas air dan tekanan air tidak mencukupi.

- a. Keuntungan sistem ini adalah pemakaian air cenderung lebih hemat dan bilaterjadi kehilangan air maka jumlah air yang terbuang relatif kecil.
- b. Kerugian menggunakan sistem ini adalah
 1. Bila terjadi kebakaran pada saat air tidak terdistribusi, maka air untuk pemadam kebakaran tidak akan tersedia.
 2. Setiap rumah perlu menyediakan tempat penyimpanan air yang cukup agar kebutuhan air dalam sehari dapat dipenuhi.
 3. Dimensi pipa yang dipakai lebih besar karena kebutuhan air yang akan disuplai dan didistribusikan dalam sehari ditempuh dalam waktu pendek. Air yang telah diproduksi di unit produksi harus didistribusikan kepada masyarakat sebagai pelanggan air minum. Hal ini untuk menjamin kepastian kuantitas, kualitas dan kontinuitas pengaliran. (Masduqi dan Assomadi, 2012):
 4. Sistem perpipaan, yaitu pendistribusian air minum melalui jaringan pipa distribusi hingga ke pelanggan. Untuk pendistribusian menggunakan perpipaan ini dapat dilakukan dengan pemompaan atau pengaliran secara

gravitasi. Hal ini tergantung pada perbedaan elevasi antara unit produksi dengan daerah pelayanan.

5. Sistem non-perpipaan, yaitu pendistribusian air minum tidak melalui jaringan pipa distribusi, melainkan menggunakan alat transportasi untuk mengangkut air dari unit produksi menuju ke pelanggan, seperti mobil tangki, gerobak dorong, dan lain-lain.

2.2 Sistem Jaringan Induk dan Perpipaan Distribusi air

Jaringan pipa induk merupakan pipa distribusi yang memiliki diameter terbesar sehingga jangkauan pelayanannya luas. Secara fisik pipa induk dapat mengalirkan air sampai akhir tahap perencanaan dengan debit jam puncak, memiliki ketahanan yang tinggi namun tidak melayani penyadapan langsung ke konsumen (Kartini,2019). Sistem jaringan induk perpipaan yang dipakai dalam mendistribusikan air bersih terdiri atas dua sistem yaitu (Al-Layla, 1980):

1) Sistem Cabang (*Branch Sistem*)

Pada sistem ini, air hanya mengalir dari satu arah dan pada setiap ujung pipa akhir daerah pelayanan terdapat titik akhir (*dead end*). Pipa distribusi tidak saling berhubungan, area pelayanan disuplai air melalui satu jalur pipa utama.

2) Sistem Melingkar (*Loop Sistem*)

Pada sistem ini, pipa induk distribusi saling berhubungan satu dengan yang lain membentuk jaringan melingkar (*loop*) sehingga pada pipa induk tidak ada titik mati dan air akan mengalir ke suatu titik yang dapat melalui beberapa arah dengan tekanan yang relatif stabil.

3) Sistem Kombinasi (*Combination Sistem*)

Sistem jaringan perpipaan kombinasi merupakan gabungan dari system jaringan perpipaan bercabang (*Branching Sistem*) dan sistem melingkar (*LoopSistem*).

Sistem distribusi adalah jaringan perpipaan untuk mengalirkan air minum dari *reservoir* menuju daerah pelayanan/konsumen (Al-Layla, 1980).

Perencanaan sistem distribusi air minum didasarkan atas dua faktor utama yaitu kebutuhan air (*water demand*) dan tekanan air, serta ditunjang dengan faktor kontinuitas dan *safety* (keamanan).

2.3 Intake dan Jaringan Pipa Transmisi

Intake adalah bangunan penangkap air atau tempat air masuk dari sungai, danau atau sumber air permukaan lainnya ke instalasi pengolahan. Bangunan *intake* ini berfungsi sebagai bangunan pertama untuk masuknya air dari sumber air. Pada umumnya, sumber air untuk pengolahan air bersih, diambil dari sungai. Pada bangunan intake ini biasanya terdapat *bar screen* yang berfungsi untuk menyaring benda-benda yang ikut tergenang dalam air. Selanjutnya air akan masuk ke dalam sebuah bak yang nantinya akan dipompa ke bangunan selanjutnya, yaitu WTP – *Water Treatment Plant* (Dirjen Cipta Karya, 2009).

Jaringan pipa transmisi adalah jalur pipa pembawa air bersih dari titik awal transmisi air bersih ke titik akhir transmisi air bersih. Fungsi transmisi (*transmission*) adalah mengalirkan air dari sumbernya (*collection sistem*) ke awal

sistem distribusi. Jarak antara sumber air dan sistem *distribusi* boleh jadi berkilo-kilo meter tetapi bisa juga dekat. Kualitas air yang di transmisikannya bisa berupa air baku, bisa juga air bersih (olahan, baik setengah diolah maupun sudah selesai diolah).

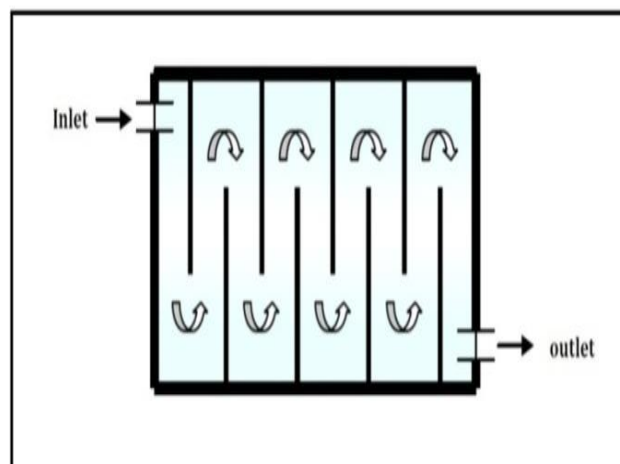
2.4 Unit Reservoir

Sebelum di distribusikan, air masuk ke dalam *reservoir*. Reservoir merupakan suatu bangunan konstruksi yang berfungsi untuk menampung air yang telah diolah untuk didistribusikan kepada konsumen. *Reservoir* di pergunakan untuk menyediakan tampungan air guna memenuhi *fluktuasi* jumlah pemakaian air. Pada saat pemakaian air dibawah konsumsi air rata-rata maka suplai air yang lebih akan ditampung didalam *reservoir* untuk mengimbangi pemakaian air dalam jumlah yang besar pada jam-jam puncak. *Reservoir* juga diperlukan untuk menyediakan tampungan air bagi penanggulangan kebakaran, serta untuk menstabilkan tekanan didalam sistim distribusi dan juga sebagai pemeratan aliran dan tekanan akibat *fluktuasi* pemakaian air di daerah *distribusi*.

Reservoir harus terletak sedekat mungkin dengan pusat pemakaian. Pemakaian air didalam *reservoir* harus cukup tinggi untuk memungkinkan aliran *gravitasi* dengan tekanan yang cukup ke sistim *distribusi* yang akan dilayani. Pada kota-kota besar beberapa *reservoir* dapat diletakkan pada titik-titik strategis didalam kota. Air biasanya dipompakan ke dalam suatu *reservoir* dan kemudian dilepaskan ke jaringan sistim *distribusi* dengan aliran *gravitasi*. Kapasitas yang dibutuhkan dari suatu *reservoir* ditetapkan berdasarkan *topografi* dan ciri-ciri lain dari daerah yang dilayani.

Reservoir ini biasanya diletakkan di tempat dengan elevasi lebih tinggi dari pada tempat-tempat yang menjadi sasaran *distribusi*. Biasanya terletak di atas bukit atau gunung. Setelah dari *reservoir*, air bersih siap untuk di distribusikan melalui pipa-pipa dengan berbagai ukuran ke tiap daerah *distribusi*. Jenis *reservoir* meliputi (Dirjen Cipta Karya, 2009) :

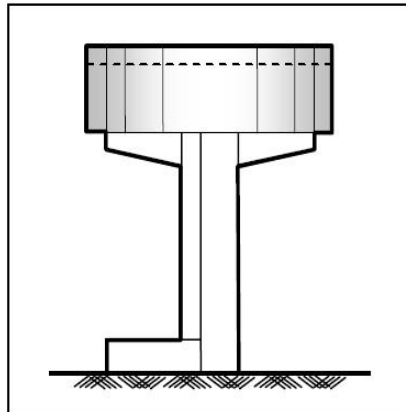
- 1) *Ground reservoir* yaitu bangunan penampung air bersih di bawah permukaan tanah. Karena letaknya tersebut maka *reservoir* ini sangat dipengaruhi oleh *fluktuasi* permukaan air, oleh sebab itu konstruksi *reservoir* jenis ini dilengkapi dengan sekat-sekat pembatas. Hal tersebut di karenakan prinsip utama dalam penyimpanan air adalah tidak boleh terdapat sedimentasi. *Ground reservoir* harus dapat menampung $\frac{2}{3}$ dari volume total kebutuhan air maksimum harian daerah pelayanan pada tahun akhir umur teknis *reservoir* tersebut.



Gambar 2.1 *Ground Reservoir* (Sumber :Dirjen Cipta Karya, 2009)

- 2) *Elevated reservoir* adalah bangunan penampung air yang terletak di atas permukaan tanah dengan ketinggian tertentu sehingga tekanan air pada titik

terjauh masih tercapai. Volume yang dapat harus ditampung minimal 1/3 dari volume total kebutuhan harian maksimum daerah pelayanan.

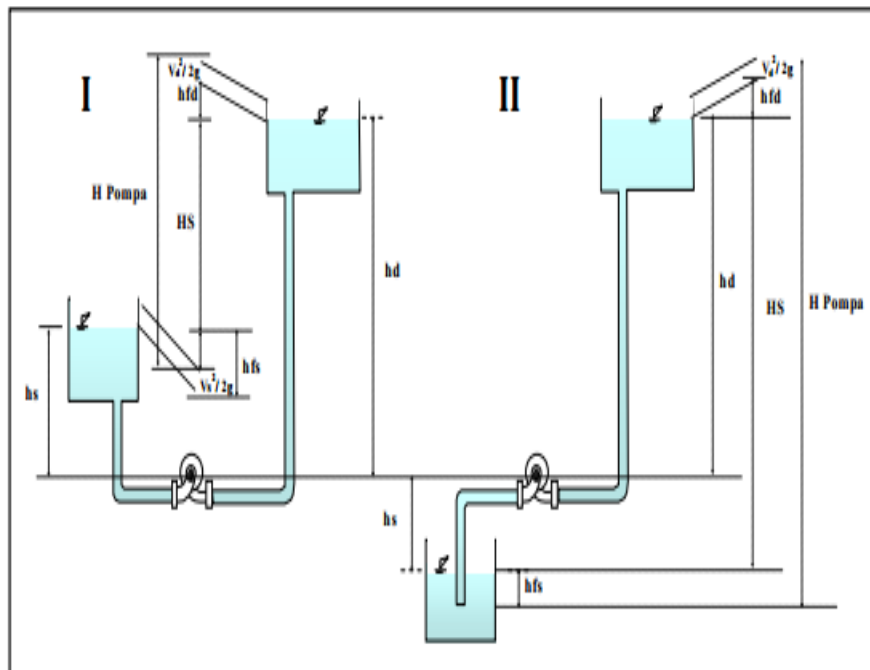


Gambar 2.2 *Elevated Reservoir*(Sumber :Dirjen Cipta Karya, 2009)

2.5 Unit Pompa

Pompa merupakan salah satu alat yang berperan penting dalam proses pengolahan air. Berfungsi mendistribusikan air dari sumber air ke tempat pengolahan air, menyalurkan air ke konsumen dan sebagainya. Jenis-jenis pompa air pun sangat banyak tergantung dari kegunaannya. Di dalam penyediaan air bersih pompa digunakan pada *intake*, sumur pengumpul, unit *treatment*, sistem distribusi dengan memakai pompa jenis sentrifugal. Pompa dibutuhkan untuk dapat memberikan *head* tertentu dan untuk menghantarkan kuantitas air. Prinsip kerja pompa adalah menambah energi ke air atau cairan lainnya secara mekanik. Beberapa istilah yang penting adalah kapasitas pompa, *head*, dan daya pompa. Kapasitas pompa (*flow rate*) adalah volume cairan yang dipompa per unit waktu yang bisa dinyatakan dalam liter/detik, meter kubik/detik, galon per menit atau lainnya. *Head* adalah *elevasi* permukaan air bebas diatas atau dibawah datum. Ada beberapa macam bentuk *head*, seperti yang diuraikan sebagai berikut :

- 1) *Static suction head (h_s)*, adalah jarak *vertikal* dari permukaan air yang dihisap dengan pusat pompa (datum pompa).
- 2) *Static discharge head (h_d)*, adalah jarak *vertikal* antara datum pompa dengan permukaan air tekan.
- 3) *Static Head (H_s)*, adalah perbedaan *elevasi* antara level cairan tekan dengan level cairan hisap.
- 4) *Friction (f_d)*, adalah *head* cair yang harus diberikan untuk mengatasi *frictionloss* akibat adanya aliran fluida melalui saluran perpipaan.
- 5) *Velocity Head ($Vd^2/2g$)*, adalah *head* yang timbul diakibatkan oleh air untuk menjaga kecepatan V_d . Ini adalah energi kecepatan yang ditambahkan kedalam cairan pompa.
- 6) *Tekanan Atmosfir (H_a)* adalah perbedaan tekanan *atmosfir* pada permukaan air *discharge* dan *suction*.



Gambar 2.3 Macam *Head* Pompa, (Sumber : Farley dkk, 2008)

2.6 Kehilangan Air

Kehilangan air adalah selisih antara banyaknya air yang disediakan dengan air yang dikonsumsi (*Obradovic dan Landsdale 1998*). Dalam kenyataannya kehilangan air dalam suatu sistem distribusi air minum selalu ada. Kehilangan air ini dapat bersifat teknis, misalnya kehilangan air pada pipa itu sendiri, sedangkan yang bersifat non teknis misalnya pencurian air dalam pipa *distribusi*. Oleh sebab itu dalam pengembangan sistem pada penelitian ini juga diperhitungkan kehilangan air dengan maksud agar titik-titik pelayanan tetap dapat terpenuhi kebutuhan airnya. Dalam suatu perencanaan perpipaan, kehilangan air pipa tidak dapat dihindari. Kehilangan air bersifat teknis. Besarnya kehilangan air harus diperhatikan dengan tujuan agar titik-titik pelayanan tetap dapat terpenuhi kebutuhan airnya. Menurut Dirjen Cipta Karya (2009) kehilangan air di definisikan sebagai jumlah air yang hilang akibat:

1. Pemasangan sambungan yang tidak tetap;
2. Terkena tekanan dari luar sehingga menyebabkan pipa retak atau pecah;
3. Penyambungan liar;

Untuk mengetahui jika terjadi kehilangan air yang tidak tepat misalnya air rembesan dari keretakan pipa, dapat diatasi dengan alat pendeteksi kehilangan air yang disebut *leak detector*. Sedangkan upaya untuk mengurangi terjadinya kehilangan air yang lebih besar dalam perencanaan sistem distribusi air dilakukan

pembagian wilayah atau zoning untuk memudahkan pengontrolan kehilangan air pipa, serta pemasangan meteran air.

Adapun kehilangan air terbagi menjadi dua yaitu kehilangan air fisik adalah hilangnya sejumlah air minum pada proses penyediaan, pendistribusian dan pelayanan air minum PERUMDA yang diperlihatkan oleh adanya aliran air secara fisik yang keluar dari sistem jaringan pipa distribusi dan pelayanan PERUMDA.

Kehilangan air non fisik adalah hilangnya sejumlah air minum pada proses pendistribusian dan pelayanan air minum kepada pelanggan PERUMDA yang tidak di perlihatkan oleh adanya aliran air secara fisik yang keluar dari sistem jaringan pipa *distribusi* dan pelayanan PERUMDA.

2.7 Kehilangan Air (NRW)

Langkah pertama dalam mengurangi kehilangan air adalah dengan mengembangkan satu pemahaman mengenai gambaran besar tentang sistem air yang mencakup penyusunan satu neraca air (*water balance*). Proses ini membantu untuk memahami besaran, sumber, dan biaya kehilangan air. Asosiasi Air Internasional (*International Water Association*) telah mengembangkan satu struktur dan terminologi baku untuk neraca air internasional yang telah diadopsi oleh asosiasi-asosiasi nasional di banyak Negara (Gambar 2.4)

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

Gambar 2.4 Neraca Air yang Menunjukkan Komponen NRW

(Sumber : Farley Dkk, 2008)

Air Tak Berekening (*Non-revenue water*) setara dengan jumlah total air yang mengalir ke jaringan layanan air minum dari sebuah instalasi pengolahan air bersih (volume input sistem) minus jumlah total air yang resmi bisa digunakan industri dan pelanggan rumah tangga (konsumsi resmi). Rumus yang dipakai dalam menghitung air tak berekening adalah:

$$\text{NRW} = \text{Volume Input Sistem} - \text{Konsumsi Resmi Berekening} \quad (2.4)$$

Dengan:

NRW : Air Tak Berekening (*Non Revenue Water*).

Vol. Input Sistem : Input volume tahunan ke dalam system penyediaan air bersih.

Konsumsi Resmi : Volume tahunan air bermeter dan tidak bermeter yang di ambil oleh pelanggan yang terdaftar

Langkah-langkah untuk menghitung NRW dengan menggunakan neraca air dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Langkah 1 : Menentukan volume input sistem.
2. Langkah 2 : Menentukan konsumsi resmi.
 - a. Berekening : Total volume air yang ditagih rekeningnya oleh Perumda;
 - b. Tak Berekening: Total volume air yang tersedia tanpa dipungut biaya;
3. Langkah 3 : Memperkirakan kerugian nonfisik/komersial.
 - a. Pencurian air dan pemalsuan;
 - b. Sedikitnya meter yang terdaftar;

c. Kesalahan penanganan data;

4. Langkah 4 : Menghitung kerugian fisik

a. Kehilangan air pada pipa transmisi;

b. Kehilangan air pada pipa distribusi;

c. Kehilangan air pada tempat penampungan air dan luapan;

d. Kehilangan air pada sambungan pipa pelanggan;

Pada hakekatnya neraca air merupakan kerangka untuk menilai kondisi kehilangan air di suatu Perumda. Perhitungan neraca air berarti juga:

1. Mengungkap ketersediaan / keandalan data dan tingkat pemahaman terhadap situasi Air Tak Berekening (ATR);
2. Menciptakan kesadaran tentang adanya masalah Air Tak Berekening (ATR);
3. Petunjuk langsung menuju perbaikan. Neraca air juga menjadi alat untuk komunikasi dan *bench marking*, karena menggunakan indikator-indikator yang disepakati, seragam dan dapat diperbandingkan di seluruh dunia. Memahami neraca air hukumnya wajib untuk penyusunan prioritas perhatian dan investasi (BPPSPAM, 2013). Untuk penyusunan neraca air data awal yang wajib diketahui adalah data input sistem yaitu data debit keseluruhan produksi yang masuk ke pipa distribusi (setiap pipa produksi harus ada meter induknya), data pemakaian air yang terbayar di billing sistem, & kemudian data seluruh kegiatan resmi yang berpotensi mengeluarkan air. Data-data tersebut kemudian didefinisikan lagi mana yang masuk di input sistem, air bermeter berekening, air bermeter tak berekening, air tak bermeter berekening

& air tak bermeter tak berekening. Kehilangan air yang sering terjadi dalam pengelolaan sistem penyediaan air minum Perumdadikelompokkan dalam 2 jenis yaitu kehilangan air secara fisik dan kehilangan air non fisik;

2.8 Kehilangan air Fisik

Penyebab terjadinya kehilangan air secara fisik yaitu:

1. Faktor Teknis, antara lain :
 - a. Kehilangan air pada pipa distribusi dan perlengkapannya;
 - b. Kehilangan air pada pipa dinas dan komponen instalasi Sambungan Rumah (SR) sebelum meter air;
 - c. Pengurasan jaringan pipa, penggunaan air instalasi produksi;
2. Faktor Non Teknis, antara lain:
 - a. Sambungan tidak terdaftar/illegal;
 - b. Pencurian air;
 - c. Kecurangan pelanggan (pemasangan pipa *by-pass* di instalasi Sambungan Rumah);

Kehilangan air fisik ada beberapa jenis, diantaranya adalah:

1. Semburan/kebocoran yang dilaporkan semburan airnya terlihat dan muncul di permukaan tanah, sehingga mudah dilaporkan oleh masyarakat;
2. Semburan/kebocoran yang tidak dilaporkan kebocoran terletak di bawah tanah dan tidak terlihat di permukaan. Semburan/kebocoran jenis ini dapat ditemukan dengan melakukan survey deteksi kebocoran menggunakan alat *leak detector*;
3. Semburan/kebocoran kecil kebocoran merupakan rembesan yang sangat kecil dan sangat sulit terdeteksi meskipun menggunakan alat *leak detector*;

2.9 Kehilangan Air Non Fisik

Penyebab terjadinya Kehilangan air nonfisik yaitu:

1. Faktor Teknis, antara lain :

Meter air tidak akurat salah satu penyebab kehilangan air komersial yang paling banyak ditemui adalah akurasi meter. Meter air mekanikal, yang di dalamnya terdapat roda atau gigi yang terbuat dari bahan plastik, seiring dengan usia akan rusak, dan menyebabkan meter air mencatat lebih rendah dari pemakaian semestinya. Oleh sebab itu meter harus secara berkala di teraulang (re-kalibrasi) Meter air jenis ultra sonic dan magnetic tidak terlalu terpengaruh ketelitiannya oleh usia meter. Kualitas air yangburuk juga merupakan salah satu penyebab turunnya kinerja meter air.Bisa lebih cepat memburuk apabila airnya agresif. Pengendapan kotoranbisa mempengaruhi mekanik meter, sehingga meter gagal mencatat aliran.

2. Faktor Non Teknis, antara lain :

- a. Kesalahan pembacaan angka pada meter air Sambungan Rumah (SR);
- b. Kesalahan pencatatan hasil pembacaan meter air Sambungan Rumah(SR);
- c. Kesalahan perhitungan hasil pembacaan meter air Sambungan Rumah (SR);
- d. Hasil pembacaan meter air Sambungan Rumah (SR) yang diperkirakan;
- e. Meter air Sambungan Rumah (SR) tidak dibaca;
- f. Kecurangan pelanggan (meter air ditempel magnit, ditusuk jarum,ditetesi larutan garam, dimiringkan, dibalik dsb);

Keakuratan meter pencatat debit dan air masuk (*flow meter*) produksi sangat menentukan untuk menghitung NRW sistem. Ada berbagai jenis meter yang mempunyai keakuratan bervariasi (Tabel 2.1)

Tabel 2.1 Indikatif keakuratan meter air

Peralatan/Metode	Kisaran Perkiraan Keakuratan
Meter Air Elektromagnetik	<0,15 -0,5%
Meter Air Ultrasonik	0,5 - 1%
<i>Insertion Meter</i>	<2%
Meter Mekanik	1,0 - 2%
Meter Venturi	0,5 -3%
<i>Meas Weir</i> di saluran terbuka	10-50%
Volume dihitung dengan kurva pompa	10-50%
Catatan: Keakuratan meter sesungguhnya akan tergantung pada banyak faktor (seperti profil aliran, kalibrasi, pemasangan meter, perawatan) dan harus diverifikasi kasus per kasus	

Adapun terjadinya Kehilangan air secara fisik dan non fisik pada proses pendistribusian dan pelayanan air minum Perumda disebabkan oleh faktor-faktorsebagai berikut:

1. Faktor penyebab kehilangan air secara fisik
 - a. Kualitas material yang digunakan kurang baik;
 - b. Pekerjaan pemasangan pipa kurang baik;
 - c. Pekerjaan galian dan penimbunan kembali pipa tidak memenuhi syarat;
 - d. Tekanan air pada sistem jaringan pipa terlalu tinggi;
 - e. Umur material telah melewati batas umur teknisnya;
2. Faktor penyebab kehilangan air secara non fisik
 - a. Kemampuan petugas pembaca meter air Sambungan Rumah (SR) rendah;
 - b. Pengetahuan pelanggan Perumda rendah;
 - c. Penerapan peraturan belum dilakukan/tidak tegas.;



Gambar 2.5 Faktor penyebab kehilangan air
(Sumber :The Manager’s Non-Revenue Water Hanbook:
A Guide to Understanding Water Losses, 2008)

2.10 Pengendalian Kehilangan Air Fisik (Kebocoran)

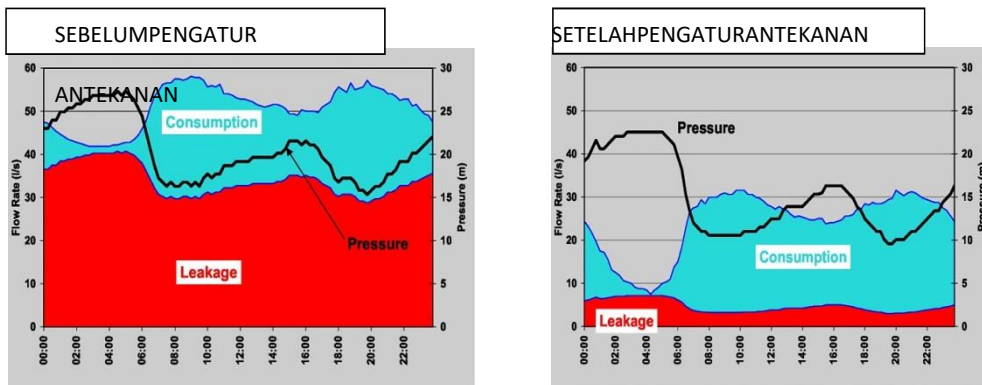
Pengendalian kebocoran fisik bertujuan untuk menurunkan angka kehilangan air fisik. Terdapat banyak metode yang ditawarkan. Untuk itu dalam rangka memilih metode penurunan kebocoran fisik yang paling efektif perlu diperhatikan rasio antara biaya yang dikeluarkan untuk melaksanakan suatu metode dengan biaya yang akan (dapat) diselamatkan akibat penurunan kebocoran yang diperoleh (Frauendorfer, 2010).

Secara garis besar terdapat beberapa metode pengendalian kebocoran fisik, yaitu:

1. Pengendalian Tekanan

Penurunan kebocoran pada sistem distribusi dengan menggunakan metode pengendalian tekanan mungkin merupakan cara yang paling sederhana dan cepat, karena tidak meliputi deteksi kebocoran. Untuk itu perlu dilakukan penyelidikan lebih dahulu.

Penurunan tekanan ini dapat dicapai dengan beberapa cara seperti mengurangi tekanan pompa, memasang remtekan pada tangki, dan yang paling umum menggunakan katup pengatur tekanan (*Pressure Reducing Valve*).



Gambar2.6 Grafik Dampak Pengendalian Tekanan terhadap Penurunan Kehilangan Air



Gambar2.7 Instalasi Pressure Reducing Valve

2. Penurunan Kebocoran Secara Pasif

Metode ini adalah metode yang paling populer saat ini karena tidak memerlukan kajian khusus sehingga relative mudah dan murah. Metode ini hanya mengandalkan laporan masyarakat atau petugas dan temuan langsung di

lapangan. Laporan dari masyarakat dapat berupa temuan kebocoran atau keluhan tentang turunnya tekanan air/debit di wilayah mereka.

3. Penurunan Kebocoran Secara Aktif

Penurunan kebocoran secara aktif adalah upaya terpadu untuk menemukan sumber dan lokasi kebocoran melalui perencanaan yang sistematis dan terintegrasi dengan melibatkan seluruh sumber daya yang ada. Metode ini terbukti efektif dalam menekan angka kebocoran. Walau harus disadari bahwa setiap upaya aktif dalam pengendalian kebocoran ini tidak tiba-tiba menurunkan tingkat kehilangan air fisik, tetapi dibutuhkan waktu untuk mengintegrasikan seluruh tahapan dalam pengendalian ini.

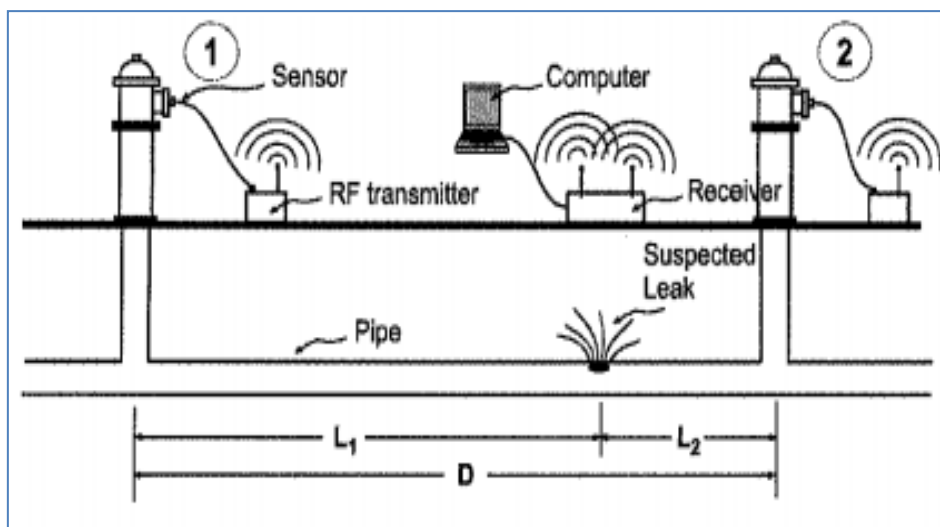
2.11 Metode Pencarian Kehilangan Air

Pencarian kehilangan secara aktif adalah salah satu tindakan dalam rangka untuk mengendalikan kehilangan air. Perlu adanya metode yang sangat efektif dalam pencarian kehilangan air, salah satu metode yang cukup terkenal adalah *Steptest*, yaitu teknik untuk mencari lokasi atau area dengan jumlah kehilangan air terbesar di dalam DMA (Saparina, 2017). Untuk menjalankan *steptest* dilakukan pada waktu pemakaian minimum antara pukul 24.00 – 02.00. Secara teknis pelaksanaan *steptest* adalah dengan memasang *flow meter portable (ultrasonic flow meter)* di pipa inlet DMA yang akan di lakukan *steptest* untuk merekam aliran air, kemudian *valve* di setiap ruas di dalam DMA ditutup secara sistematis dan berurutan. Dengan metode ini akan diketahui ruas yang memiliki indikasi kehilangan air tertinggi.

2.11.1 Alat Pendeteksi Kehilangan Air

Deteksi kehilangan air dapat dilakukan dengan menggunakan alat pendeteksi kehilangan air, diantaranya adalah:

1. **Alat Perekam Suara (*Noise Loggers*)**, *Noise loggers* prinsip kerjanya yaitu menyimpan suara di pipa kemudian menginformasikan suara-suara yang diduga disebabkan oleh kehilangan air. Setiap *loggers* ditempatkan pada satu hidran, meter air, atau *surface fitting* lainnya. Kemudian dari sinyal yang diperoleh, *noise loggers* akan menentukan ruas pipa yang terdapat indikasi bocor tertinggi dengan radius tertentu. **Gambar 2.8** merupakan ilustrasi cara kerja dari *noise loggers*.



(Sumber : Hunaidi dan Wang, 2006)

Gambar 2.8 Cara kerja *noise loggers*

2. **Ground microphone**, *Ground microphone* secara elektronik melipat gandakan suara kehilangan air. Alat ini dapat digunakan baik dalam mode kontak atau survei. Mode kontak untuk mendeteksi suara pada fitting, serupa dengan pipa suara elektronik. Sedangkan mode survei digunakan untuk mencari kebocoran-kebocoran pada sisi panjang jalur pipa antara fitting.

Ground microphone dapat pula digunakan untuk pemantapan titik bocor dari jarak titik bocor yang dihasilkan dengan *leak noise loggers* atau *leak noise correlator*. Alat ini juga bisa efektif digunakan deteksi kehilangan air apabila panjang ruas pipanya pendek. Berikut adalah **Gambar 2.9** cara kerja *ground microphone*.



(Sumber : Hunaidi, 2000)

Gambar 2.9 Cara kerja *ground microphone*

3. **SCADA Sistem**, Sistem monitoring yang dikenal di Perumda adalah SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*), yaitu sebuah sistem yang memungkinkan pengoperasian secara otomatis dan jarak jauh terhadap segala proses produksi air minum dan distribusinya. Sistem SCADA ini juga digunakan dalam proses industri dan juga utilitas umum lainnya (PAM DKI, 2014). *Software SCADA* sebagai salah satu software yang *real-time* sangat dibutuhkan, terutama sebagai pengontrol suatu sistem yang membutuhkan kecepatan dalam mengatasi berbagai kondisi yang mungkin dapat terjadi

sewaktu-waktu dan sulit diatasi langsung oleh manusia. Aplikasi *software* SCADA ini sangat tepat untuk digunakan pada sistem distribusi air minum. Kelemahan sistem distribusi air minum sekarang, salah satunya adalah adanya kehilangan air pada pipa. Kehilangan air pipa pada instansi Perumda umumnya sangat sulit diantisipasi dengan cepat karena keterbatasan personil Perumda yang harus melakukan survei setiap pipa secara langsung. Kehilangan air akan menyebabkan kerugian yang sangat besar bagi Perumda. Dengan adanya teknologi SCADA, Perumda akan mendapat berbagai kemudahan antara lain pengontrolan perangkat distribusi air secara *real-time* dan otomatisasi proses pendistribusian air (Pasila, 2002).

2.11.2 Penurunan Kehilangan Air

Program penurunan Kehilangan air (NRW) dapat dilakukan antara lain :

1. Pemasangan Dan Penggantian *Water Meter* Induk

Pemasangan dan penggantian *water meter* induk dilakukan terhadap :

- a. *Water meter* induk *produksi* (terdapat pada unit sumber air baku);
- b. *Water meter* induk *distribusi* (terdapat pada unit *reservoir*);

2. Pemasangan Dan Penggantian *Water Meter* Konsumen

Pemasangan dan penggantian *water meter* konsumen dilakukan terhadap

- a. *Water meter* konsumen yang belum terpasang;
- b. *Water meter* konsumen yang rusak;
- c. *Water meter* konsumen yang buram (sulit dibaca);
- d. *Water meter* konsumen yang umur teknisnya sudah habis (berumur lebih dari 5 tahun);

3. Rehabilitasi Pipa

Rehabilitasi pipa dilakukan terhadap pipa transmisi dan pipa distribusi berdasarkan lokasi yang prioritas menggunakan pipa HDPE. Perumda Kota Jambi sekarang menggunakan pipa HDPE dan GI untuk perbaikan dan sambungan pemasangan pipa barunya.

4. *Pressure Management*

Manajemen tekanan merupakan salah satu elemen yang paling mendasar dalam strategi pengelolaan kehilangan air yang kuat. Laju kehilangan air dalam jaringan distribusi air merupakan satu fungsi tekanan pompa atau menurut gravitasi. Ada sejumlah metode untuk mengurangi tekanan dalam sistem, termasuk pompa pengendali kecepatan variabel dan zoning tekanan berdasarkan elevasi. Namun yang paling umum dan efektif dari segi biaya adalah katup pengurang tekanan otomatis (*Pressure Reducing Valve*) atau PRV. Alat tersebut nantinya akan dipasang pada titik-titik strategis dalam jaringan untuk mengurangi atau mempertahankan tekanan jaringan pada tingkat tertentu yang sudah ditetapkan. Katup pada PRV menjaga tekanan hilir yang sudah ditetapkan sebelumnya tanpa memperhatikan tekanan hulu atau fluktuasi laju aliran. PRV biasanya diletakkan di pipa inlet DMA sejajar dengan meter air DMA. PRV yang dipasang di setiap DMA harus dilakukan setting terlebih dahulu. Langkah-langkah untuk melakukan setting pada PRV adalah sebagai berikut:

- a. Ukur *pressure* di lokasi *critical point*, kemudian pasang *pressure logger non online*;
- b. Ukur *pressure* di inlet dan outlet PRV;

- c. Buka isolating valve dan/ball valve;
- d. Buka stop valve;
- e. Buang udara dalam bonnet dengan membuka plug fenting PRV;
- f. Arahkan solenoid ke posisi off ketika mengatur tekanan low;
- g. Atur tekanan pada downstream dengan memutar pilot;
- h. Apabila ingin menambah tekanan downstream, putar searah jarum jam;
- i. Apabila ingin mengurangi tekanan downstream, putar berlawananjarum jam;
- j. Buka solenoid ON ketika setting tekanan high;
- k. Setting timer;
- l. Pastikan nilai pressure apakah sudah sesuai dengan keinginan dengancara kontrolmanual di solenoid (on-off manual);
- m. Setting selesai;

5. Pemantauan *District Meter Area (DMA)*

Pemantauan *District Meter Area (DMA)* dilakukan dengan cara membandingkan debit yang masuk DMA dengan pemakaian pelanggan di DMA tersebut. Kemudian setelah mengetahui prosentase NRW di DMA tersebut dan apabila nilai presentase NRW nya $> 30\%$, maka akan di lakukan tindakan penurunan NRW dengan metode *step test* dan *survey commerciallosses*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

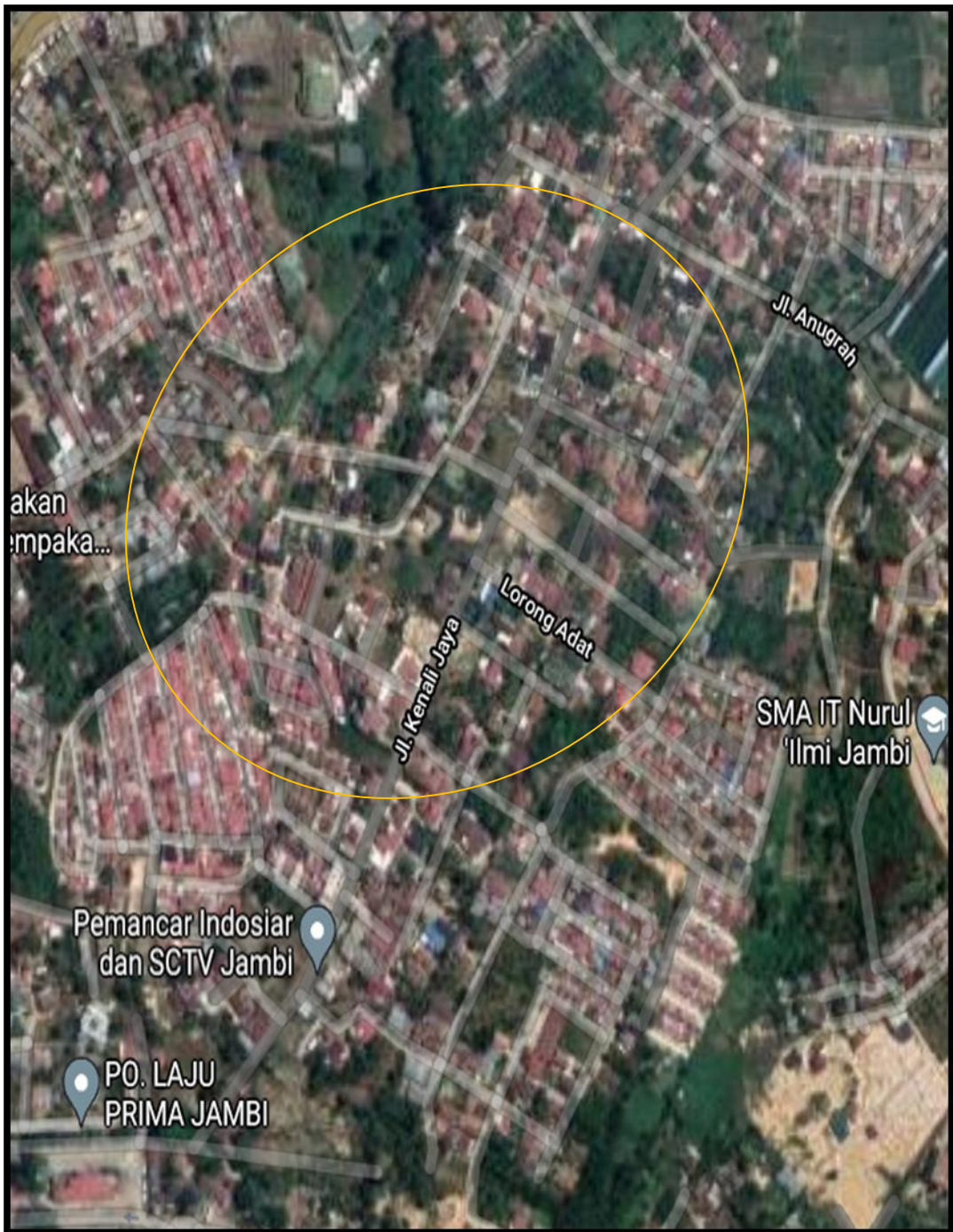
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada *filosofat positivisme*, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, dan analisis data bersifat kuantitatif/statistik.

Pendekatan metode penelitian kuantitatif yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui cara mendeteksi tingkat kehilangan air dengan dilakukan uji step pada suatu DMA pada PERUMDA Tirta Mayang Kota Jambi.

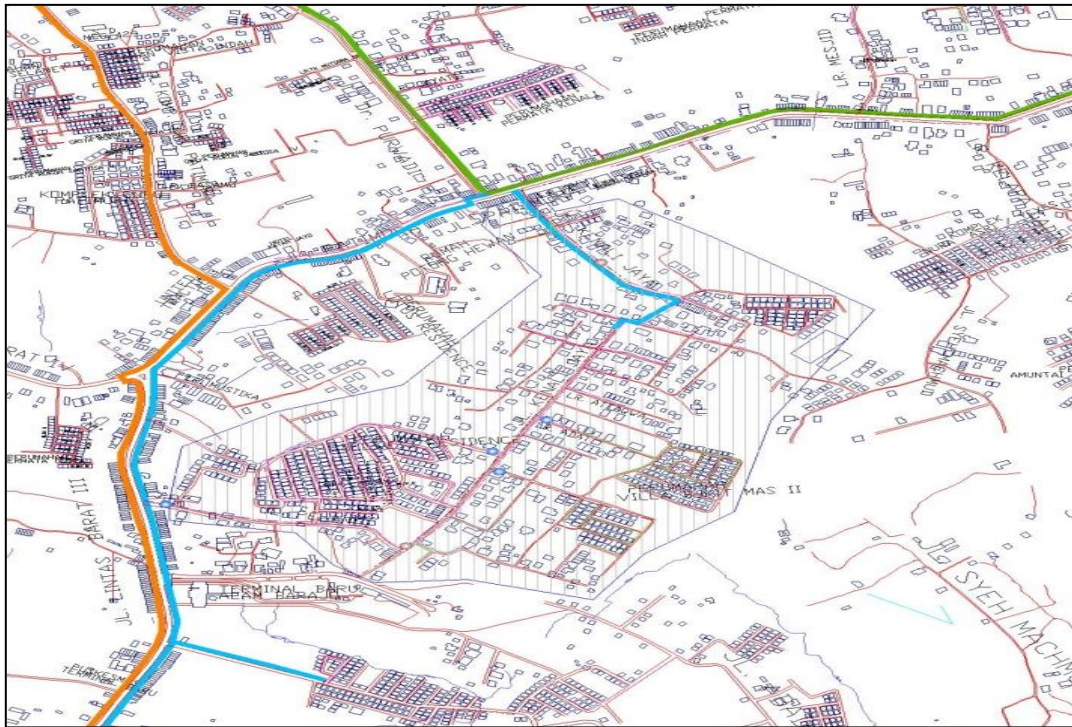
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan. Kegiatan ini meliputi tahapan studi pustaka, pengumpulan data baik primer maupun sekunder, serta analisis data yang didapat. Kawasan yang menjadi area penelitian yaitu satu DMA (*District Meter Area*) yang terdiri dari 3 zona dengan jumlah pelanggan 614 (termasuk ruko, perkantoran dan tempat peribadatan) adalah DMA Kenali Jaya.

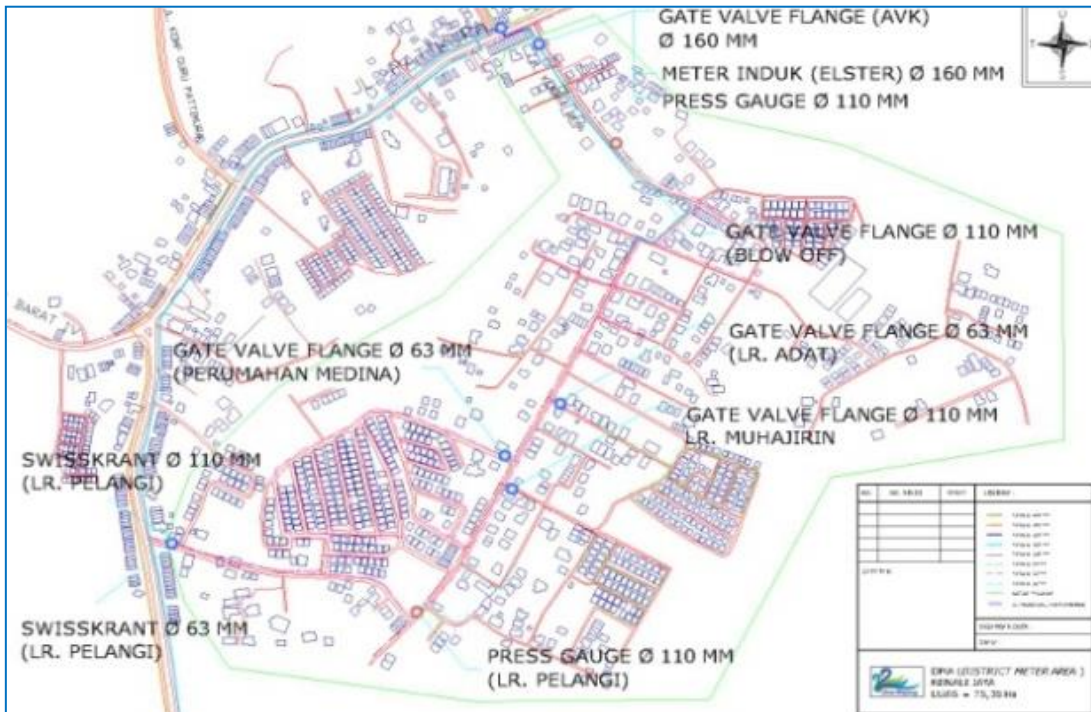


(Sumber :Goegle Earth 2021)

Gambar 3.1 Kondisi Zona Jalan Kenali Jaya



Gambar 3.2 Lokasi Zona Divisi Kota Jambi



(Sumber :Perumda Tirta Mayang Kota Jambi 2021)

Gambar 3.3 aksesoris pipa gate valve dan meteran induk

3.3 Teknis Pengumpulan Data

Kegiatan pengumpulan data bertujuan untuk mengumpulkan data-data yang digunakan dalam penelitian ini. Berdasarkan cara perolehan datanya, pengumpulan data dibagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari pengumpulan langsung dengan cara survey di lapangan. Data sekunder di dapatkan dari PERUMDATirta Mayang Kota Jambi.

3.3.1 Data Primer

Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan peninjauan langsung di lokasi, dimana dilakukan pencatatan secara rutin setiap bulan rekening pelanggan di dalam Zona DMA Kenali Jaya, di hari yang sama juga dilakukan pencatatan kublikasi air yang masuk ke daerah tersebut yang dapat dilihat pada meter induk yang telah terpasang di saluran inlet. Selain itu juga dilakukan kegiatan pencatatan meter induk tiap jam nya selama 24 jam yang bertujuan untuk mengetahui pola pemakaian air warga di daerah tersebut.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi, yaitu data yang diperoleh dari PERUMDA Tirta Mayang Kota Jambi. Adapun kebutuhan data sekunder dalam penelitian ini dapat dilihat pada rincian berikut:

1. Data gambar (*as built drawing*) jaringan perpipaan daerah/DMA yang di maksud. Gambar ini digunakan untuk mengetahui letak jaringan pipa eksisting, panjang pipa dan diameter pipa yang dipakai sehingga bisa digunakan untuk menganalisa dan pengontrolan letak pipa yang mengalami kebocoran serta

2. Jumlah Pelanggan, untuk mengetahui asumsi jumlah pemakaian air dan pendapatan tiap bulannya apabila warga didaerah tersebut terlayani tanpa ada kebocoran.
3. Data rekening pemakaian air pelanggan, data ini digunakan untuk mengetahui total kubikasi pemakaian air serta pendapatan yang diterima oleh PERUMDA Tirta Mayang pada bulan tertentu.

3.4 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data sekunder dan data primer. Data primer diperoleh dengan cara melakukan survey dan observasi langsung ke lapangan dengan cara pembacaan meter pelanggan. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait (PERUMDA), antara lain: gambar jaringan distribusi DMA dan data pemakaian air pelanggan perbulan yang diambil di tahun 2021. Data yang diperlukan terlihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Jenis dan sumber data

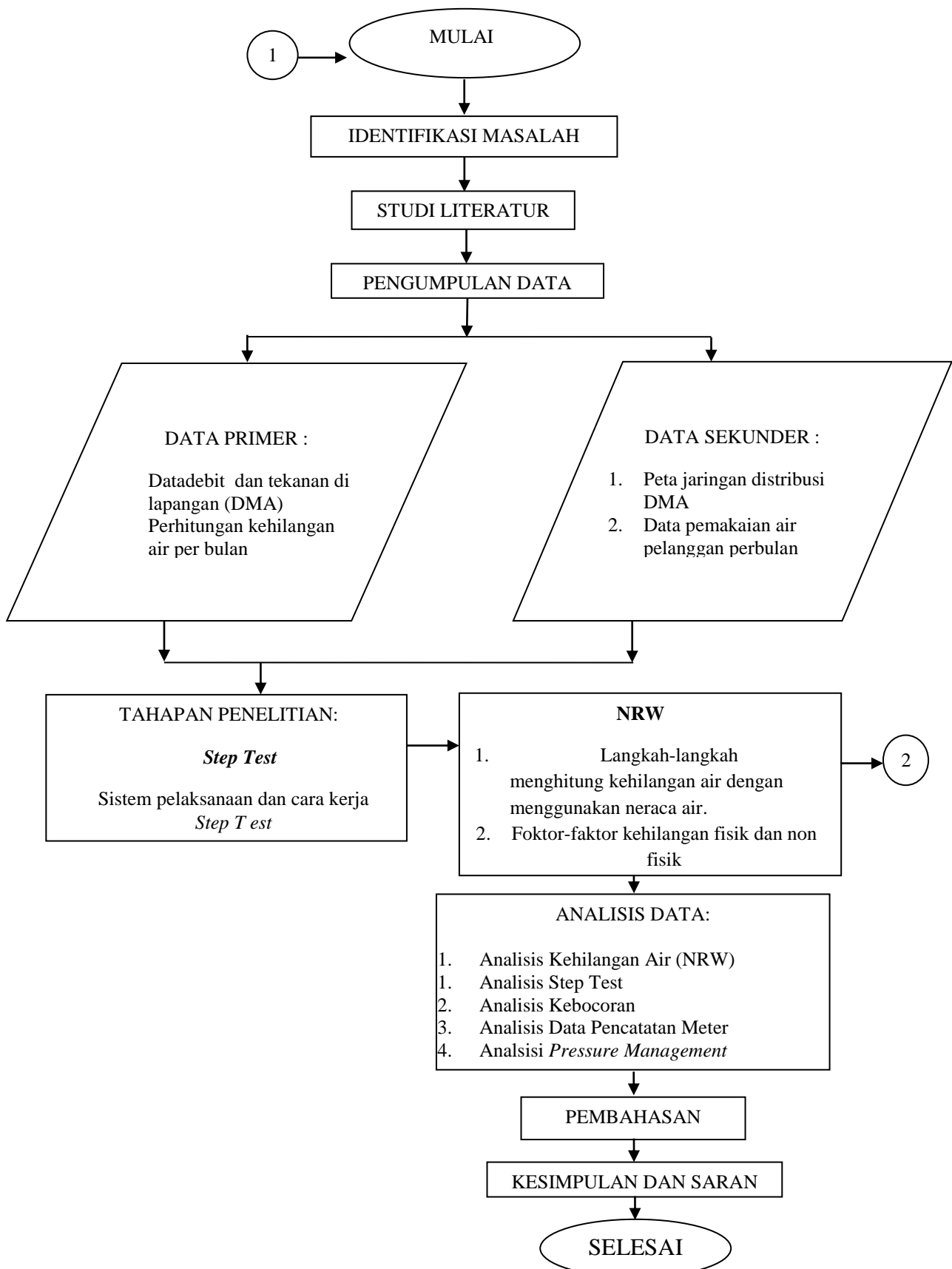
No	Parameter	Jenis data	Sumber
1	Peta Pelayanan PERUMDA	Peta	Instansi PERUMDA
2	Peta DMA Kenali Jaya	Peta	Instansi PERUMDA
3	Gambar eksisting pipa & asesoris pipa	Peta	Instansi PERUMDA
4	Gambara kontur existing lokasi	Peta	Instansi PERUMDA

5	Daftar jumlah pelanggan, jumlah sambungan	Numerik	Instansi PERUMDA
6	Tingkat kebocoran	Numerik	Lapangan

Tabel diatas menyajikan jenis dan sumber data yang nantinya akan digunakan untuk menentukan dan mengidentifikasi tingkat kebocoran pada satu DMA (*District Meter Area*).

3.5 Bagan Alir Penelitian

Berdasarkan penjelasan dari metodologi penelitian, berikut adalah diagram alir tahapan kegiatan penelitian kehilangan air pada jaringan distribusi air bersih Perumda dengan metode DMA (*District Meter Area*) untuk daerah Jalan Kenali Jaya wilayah Kecamatan Alam Barajo Kota Jambi.



Gambar 3.4 Bagan Alir Tahapan Kegiatan Penelitian

3.6 Tahapan Penelitian Lapangan

Tahapan penelitian dilakukan dengan cara survey lapangan dengan mendeteksi tingkat kehilangan air dengan dilakukan uji *step test* pada suatu DMA (*District Meter Area*) yang bertujuan untuk memperhitungkan tingkat kebocoran pada suatu daerah dan melihat berapa persen tingkat kebocoran yang dialami pada setiap bulan. Pengujian *step test* ini akan dilakukan dalam beberapa tahap dengan pembagian zona di kawasan tersebut.

1. Pekerjaan Persiapan

- a. Menyusun Rencana detail *step testing* (buka tutup katup);
- b. Penyiapan gambar detail jaringan;
- c. Pemeriksaan kondisi katup yang akan dibuka/ditutup;
- d. Test isolasi pada zona;
- e. Perlengkapan kerja malam seperti senter, alat komunikasi (*Handphone*) dan alat buka tutup katup;

2. Pelaksanaan step test

Step Test adalah suatu pengujian untuk mengetahui lokasi bocor fisik atau paling tidak *melokalisir* lokasi bocor fisik dengan menutup katup jaringan *distribusi* secara bertahap dan mengamati aliran yang ada di meter induk zona. Pelaksanaan *Step Test* pada suatu zona dimaksudkan untuk mengetahui penyebab NRW. Apakah disebabkan karena kehilangan air fisik atau kehilangan air non fisik.

Melokalisir kebocoran dengan meneliti bacaan meter pelanggan apakah pemakaian air rata-rata perbulan lebih besar atau lebih kecil dari suplai air yang

diberikan. Jika air masuk dengan air yang keluar tidak sama, maka dilakukan pengujian *step test* pada zona tersebut, untuk mengetahui letak kebocoran air tersebut.

Sistem pelaksanaan *step test* dilakukan secara bertahap didalam satu DMA. Adapun langkah kerja *Step Test* seperti, mengukur tekanan pada titik rawan ujung pipa (ujung pipa), membuat peta jalur pipa yang dipengaruhi oleh status *valve*, jalur pipa di buat dengan warna yang berbeda untuk memudahkan pengawasan dan pelaksanaan, melakukan *Step Test* pada waktu pemakasian jam minimum, lakukan prosedur penutupan *valve* berturut-turut dari *valve* terjauh menuju ke arah *water meter* catat debit dan tekanannya, melakukan prosedur pembukaan *valve* berturut-turut dari *valve* terdekat dengan *water meter* ke arah *valve* terjauh, sebagai langkah koreksi debit dari proses penutupan *valve* dan hitung debit kehilangan air pada setiap ruas pipa. Hal ini dilakukan untuk mempersempit daerah saat dilakukannya uji *step testing*, agar lebih mudah untuk mendapatkan lokasi titik kebocoran yang terjadi. Tahap awal dilakukan *step test* adalah dengan membagi satu DMA menjadi beberapa zona. Pelaksanaan *step test* itu sendiri dilakukan perzona untuk mengetahui zona mana yang memiliki indikator kebocoran yang paling tinggi. Contoh blanko *step test* dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Contoh Blanko *Step Test* pada DMA

STEP	STATUS VALVE				BOCORAN YANG DIPANTAU	WAKT	DEBIT	KEHILANGA	dSR	dQ/dS	KELAS
	V	V	V	V		U		N AIR		R	BOCOR
	1	2	3	4		JAM	l/dt				
Step 1	O	O	O	O		-	-	-	-	-	-
Step 2	C	O	O	O	1	-	-	-	-	-	-
Step 3	C	C	O	O	2	-	-	-	-	-	-
Step 4	C	C	C	O	3	-	-	-	-	-	-
Step 5	C	C	C	C	4	-	-	-	-	-	-
Selesai	O	O	O	O							

(sumber : Perumda Tirta Mayang, 2021)

Dalam blanko *steptest* symbol O adalah *Open* dan C adalah *Close*, sedangkan dSR adalah jumlah sambungan rumah pada *step* tersebut. Cara menghitung kehilangan air pada blanko tersebut adalah debit (*step 1*) dikurangi dengan debit (*step* mulai). Pada kolom dQ/dSR digunakan untuk mengetahui kelas bocor dengan klasifikasi rendah/sedang/tinggi. Kelas rendah adalah dQ/dSR yang berkisar antara 0,001-0,0049. Kelas sedang adalah 0,005-0,019, sedangkan lebih dari 0,02 adalah kelas. Metode *steptest* dapat dilakukan kurang lebih 6 orang. 3 orang pertama berada di inlet, sedangkan 3 orang lainnya bertugas untuk membuka dan menutup valve scenario *steptest*. Tugas dari 6 orang tersebut adalah sebagai berikut:

1. Orang ke-1 : Melihat debit yang masuk ke dalam inlet di *Water Meter* Induk;
2. Orang ke-2 : Mengisi blanko *steptest* yang ada di laptop;

3. Orang ke-3 : Menghubungi dan menerima telepon dari orang 4 yang bertugas membuka dan menutup valve scenario *steptest*;
4. Orang ke-4 : Menghubungi dan menerima telepon dari orang 3 yang bertugas membuka dan menutup valve scenario *steptest*;
5. Orang ke-5 : Membuka dan menutup scenario *steptest*;
6. Orang ke-6 : Membuka dan menutup scenario *steptest*;

Setelah didapatnya hasil data step test, maka dapat terlihat daerah yang memiliki indikasi kebocoran. Tim DMA melakukan cek ke lokasi yang memiliki indikasi kebocoran. Lokasi yang terdapat kebocoran langsung ditandai daerahnya untuk kemudian di tindak lanjuti oleh tim Penanggulangan Kehilangan Air (PKA).

3.7 Analisa Data

1. Analisis kehilangan air, Melakukan perhitungan tingkat kehilangan air dari DMA Kenali Jaya;
2. Analisis *Step Test*, Untuk mengetahui letak ruas pipa yang mengalami kebocoran/kehilangan air;
3. Analisis kebocoran, Kehilangan air didapat dari laporan pelanggan dan dari hasil step test. Penanganan dilakukan maksimal H+1 dari laporan;
4. Analisis data pencatatan meter, analisis ini mengetahui data pemakaian air perbulan yang di aliri dari meter induk ke meter air pelanggan;

5. Analisis Pressure Management, *Pressure management* merupakan salah satu elemen yang paling mendasar dalam strategi penurunan kebocoran terdapat hubungan fisik antara laju aliran kebocoran dan tekanan;

3.8 Metode Analisis Data

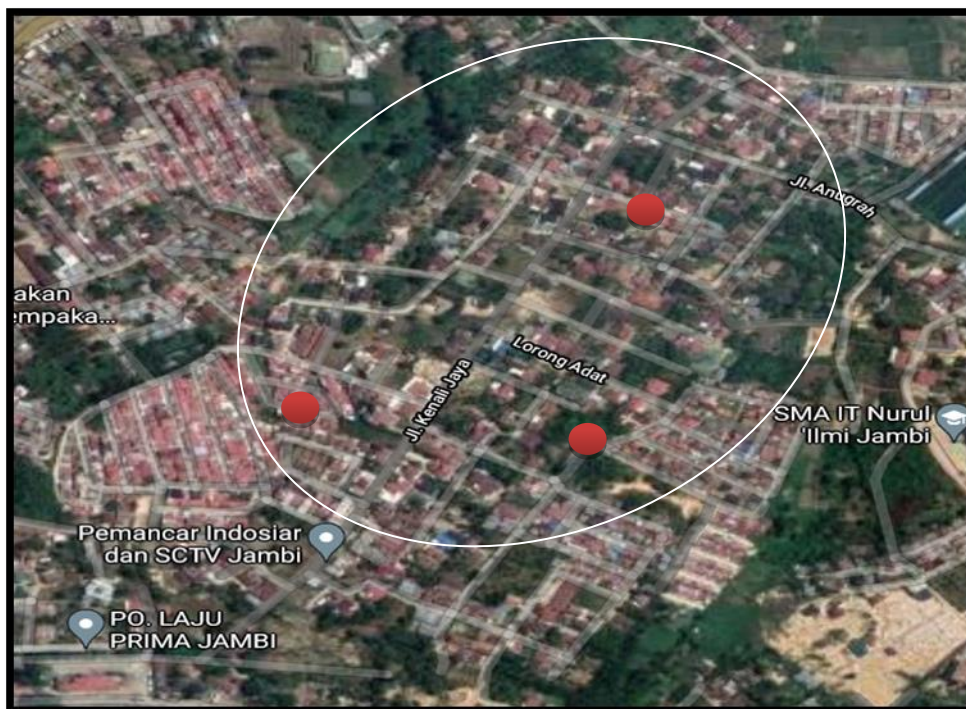
Metode analisis data dilakukan dengan cara menghitung NRW. Hasil perhitungan di dapat dari pembacaan meter induk & konsumsi air, lalu memonitoring NRW/kehilangan air salah satunya berupa uji *step test*.

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Eksisting Jl. Kenali Jaya

Daerah Jl. Kenali Jaya Kecamatan Alam Barajo merupakan salah satu wilayah pelayanan PERUMDA Tirta Mayang Kota Jambi yang memiliki elevasi cukup tinggi dibanding daerah-daerah yang lain.

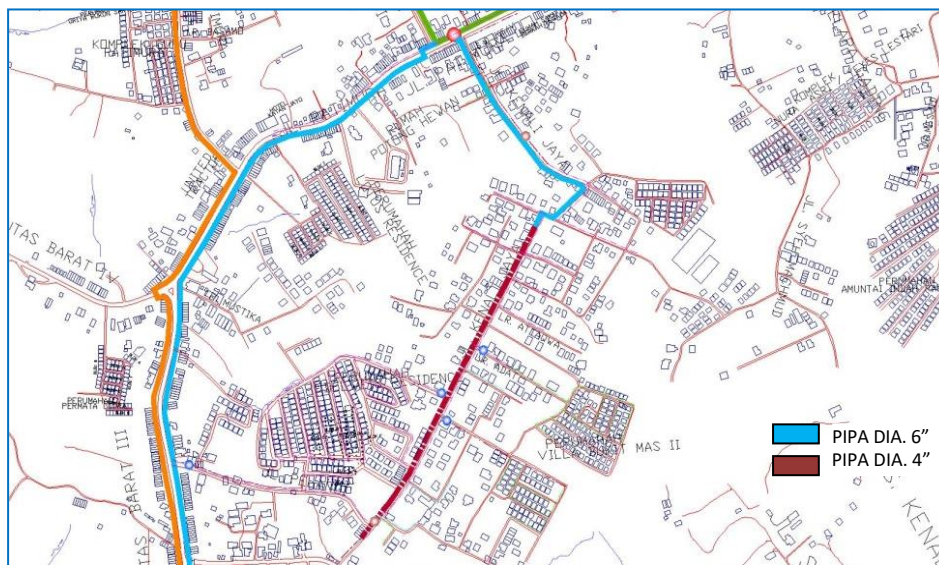


Sumber : Google Earth, 2021

Gambar 4.1 Kondisi Zona Kenali Jaya

Dari gambar diatas dapat dilihat elevasi pada jalan as zona Kenali Jaya dengan elevasi tertinggi 122 ft (36,6 m), elevasi terendah yaitu 58 ft (17,4 m) dan elevasi rata-rata 95 ft (28,5 m) dengan jalan-jalan cabangnya yang lebih rendah dari jalan as nya. Pada tahun-tahun sebelumnya daerah ini merupakan salah satu

daerah berzona merah (daerah kritis air), terlebih bila musim kemarau. Kondisi ini disebabkan oleh jaringan *distribusi* lama yang sudah tidak standar lagi dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan pelanggan di daerah tersebut. Eksisting pipa yang dipakai pada jalan As hanya memakai pipa PVC berdiameter 2 inci dengan satu inlet pipa di Jl. Pattimura dengan diameter 4 inci. Melihat kondisi ini, jaringan pipa di daerah Jl. Kenali Jaya Kecamatan Alam Barajo dengan pipa induk berdiameter 6 inci (pipa sekunder) dan 4 inci (pipa tertier) HDPE untuk jalan asnya dengan inlet baru dari pipa diameter 16 inci (pipa primer) di Jl. Pattimura.

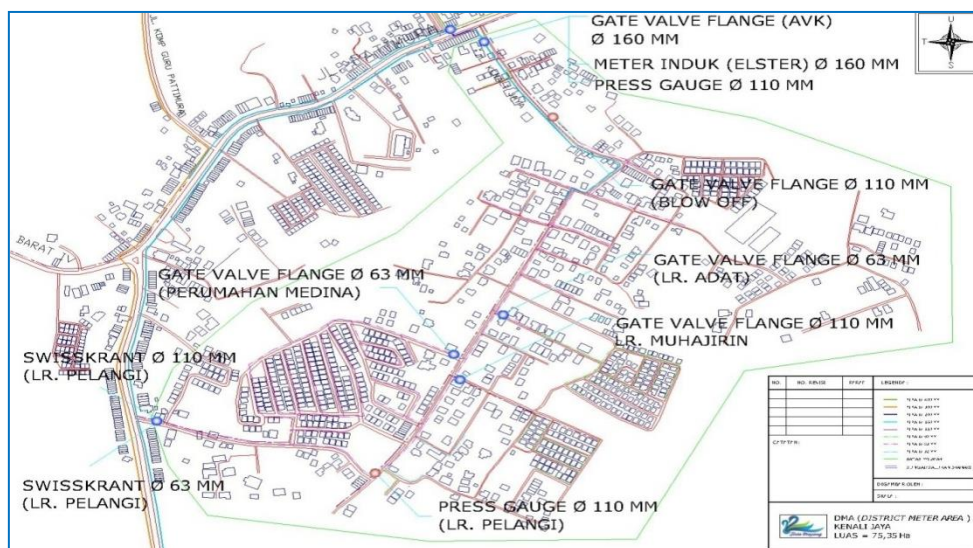


Gambar 4.2 Jaringan Pipa Distribusi Zona Kenali Jaya

Setelah dilakukannya rehabilitasi jaringan ini daerah zona Kenali Jaya kini menjadi daerah surplus air dengan pengaliran air 24 jam (zona hijau) dan sekaligus awal terbentuknya DMA (*District Meter Area*) zona Kenali Jaya dengan dipasangnya meter induk pada saluran inlet, pemasangan *gate valve* baru pada setiap cabang pengaliran dan *gate valve* isolasi yang membuat daerah zona Kenali Jaya terisolasi secara jaringan dalam satu inlet.

4.2 Identifikasi *District Meter Area*

Penggunaan DMA Kenali Jaya sebagai bentuk tindak lanjut dari Rencana Kerja PERUMDA Tirta Mayang Kota Jambi Perihal Renovasi Jaringan Pipa di Zona Kenali Jaya Kecamatan Alam Barajo, DMA dalam mengurangi penurunan kehilangan air yang bertujuan untuk mempersempit pencarian kehilangan air baik fisik .Dengan membagi zona pelayanan sistem distribusi menjadi bagian yang lebih kecil dapat mempermudah dalam mengatur dan monitoring area.sehingga dapat diketahui tingkat kehilangan air setiap DMA, dan Pengaturan tekanan (*Pressure management*). Penggunaan DMA dapat dilakukan secara permanen atau berupa sementara. Akan tetapi penggunaan DMA sebaiknya dilakukan secara permanen yaitu menggunakan *blind valve* untuk memastikan tidak ada koneksi dengan DMA lain atau daerah diluar DMA. Berikut gambar beserta daftar inventaris pipa dan accessories yang digunakan di DMA Kenali Jaya.



Sumber : PERUMDA Tirta Mayang, 2021

Gambar 4.3 Inventaris accessories pipa gate valve dan meter induk

Selain pengisolasian permanen daerah yang menjadi DMA, dalam pembentukan DMA juga sangat diperlukan beberapa *accessories* pendukung yang wajib dimiliki. *Accessories* tersebut berupa *gate valve*, water meter induk, *strainer*,

pressure gauge dan bisa juga ditambah *check valve* dan banyak lagi yang memiliki dan fungsi masing-masing. Banyak nya jumlah *accessories* pipa tersebut tergantung bentuk sistem pengaliran daerah DMA tersebut. Maka dari itu sangat penting untuk mengetahui inventaris pipa serta *accessories* apa saja yang dimiliki dalam satu DMA agar dapat dengan mudah di kontrol serta di *maintenance* sesuai kebutuhan.

Tabel 4.1 Inventaris Pipa dan Accessories DMA Kenali Jaya

NO	NAMA DMA	ACCESSORIES				INVENTARIS DMA			
		JENIS	DIAMETER (INCHI)	KONDISI	FUNGSI	JENIS	DIAMETER (INCHI)	PIPA PANJANG (M)	FUNGSI
1	DMA TELANI INDAH	GATE VALVE	4" = 4 BH	BAIK	PENGATURAN ALIRAN	HDPE	4"	314	TERTIER
			3" = 3 BH	BAIK	PENGATURAN ALIRAN		3"	-	-
			2" = 1 BH	BAIK	PENGATURAN ALIRAN		2"	-	-
		BALL VALVE	2" = 2 BH	BAIK	PEMBUANGAN	PVC	1/2"	675	PERSIL
		WATER METER	3" = 1 BH	BAIK	KUBIKASI AIR		4"	-	-
		STRAINER	-	-	-		3"	-	-
		PRESS GAUGE	4" = 1 BH	BAIK	TEKANAN		2"	2366	TERTIER
					1"	-	-		
2	DMA RCTI	GATE VALVE	6" = 2 BH	BAIK	PENGATURAN ALIRAN	HDPE	6"	690	SEKUNDER
			4" = 1 BH	BAIK	ISOLASI JARINGAN		4"	715	TERTIER
			3" = 3 BH	BAIK	PENGATURAN ALIRAN		3"	1868	TERTIER
		SWISSKRANT	2" = 1 BH	BAIK	ISOLASI JARINGAN	PVC	2"	-	-
		WATER METER	6" = 1 BH	BAIK	KUBIKASI AIR		1"	315	TERTIER
		STRAINER	6" = 1 BH	BAIK	PENYARING KOTORAN		1/2"	2300	PERSIL
		PRESS GAUGE	4" = 1 BH	BAIK	TEKANAN		4"	-	-
					3"	-	-		
					2"	2895	TERTIER		
3	DMA KENALI JAYA	GATE VALVE	6" = 1 BH	BAIK	PENGATURAN ALIRAN	HDPE	6"	500	SEKUNDER
			4" = 1 BH	BAIK	PENGATURAN ALIRAN		4"	980	TERTIER
			4" = 1 BH	BAIK	PEMBUANGAN		3"	1276	TERTIER
		SWISSKRANT	2" = 2 BH	BAIK	PENGATURAN ALIRAN	PVC	2"	-	-
			4" = 1 BH	BAIK	ISOLASI JARINGAN		1"	320	TERTIER
		WATER METER	2" = 1 BH	BAIK	ISOLASI JARINGAN		1/2"	6140	PERSIL
			2" = 1 BH	BAIK	PEMBUANGAN		PVC	4"	340	TERTIER
STRAINER	6" = 1 BH	BAIK	KUBIKASI AIR	3"	-	-			
PRESS GAUGE	4" = 2 BH	BAIK	TEKANAN	2"	3397	TERTIER			

(Sumber : PERUMDA Tirta Mayang, 2021)

4.2.1 Water Balance PERUMDA Tirta Mayang

Water balance sangat penting dalam program penurunan kehilangan air. Hal itu disebabkan neraca air dapat dijadikan kerangka untuk menilai kondisi kehilangan air, sebagai *benchmarking* dan komunikasi antar PERUMDA, serta sebagai alat untuk merencanakan strategi penurunan kehilangan air di suatu PERUMDA. Selain itu neraca air juga dapat menunjukkan besaran masing-masing komponen neraca air, diantaranya adalah sumber dan biaya kehilangan air. Hal pertama yang perlu dilakukan dalam melakukan program penurunan kehilangan air adalah dengan cara menghitung *Water Balance* (WB) pada bulan pertama. Setelah diproses *water balance* bulan pertama seharusnya dalam ketentuan tersebut. Setelah dilakukan proses, dilakukan proses perhitungan *water balance* untuk mengetahui persentase dari hasil penurunan kehilangan air.

Perhitungan neraca air ini dilakukan dengan menyesuaikan dengan perhitungan yang ada di PERUMDA Tirta Mayang Kota Jambi. Data-data yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan ini adalah data volume input sistem (volume distribusi), data konsumsi resmi pelanggan, data konsumsi resmi tak berekening, data kebocoran pipa, dan data asumsi kehilangan air non-fisik. Berikut hasil perhitungan neraca air secara keseluruhan di wilayah pelayanan Cabang Aurduri bulan Agustus 2021 dapat dilihat pada **Gambar 4.4**.

Volume suplai input (vol Distribusi) m ³ 435.802 Rp.* 915.184.200 Persentase 100%	Konsumsi Resmi m ³ 245.928 Rp 516.448.800 Persentase 56,43%	Konsumsi berekening m ³ 245.840 Rp. 516.264.000 Persentase 56,41%	Air berekening (AR) m ³ 245.840 Rp. 516.264.000 Persentase = 56,41%
		Konsumsi tak berekening m ³ 88 Rp. 184.800 Persentase 0,02%	Air Tak Berekening (ATR atau NRW) m ³ 189.962 Rp. 398.920.200 Persentase = 43,59%
	Kehilangan Air (Water Losses) m ³ 189.874 Rp 398.735.400 Persentase 43,57%	Kehilangan Non fisik (Komersil) m ³ 19.745 Rp. 41.464.780 Persentase 4,53%	NRW dalam m³/sambungan/bulan = 15,11
		Kehilangan fisik m ³ 170.129 Rp. 357.270.620 Persentase 39,0%	NRW dalam liter/sambungan/hari = 503,66

Jambi, 2021 pada **Gambar 4.4** dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Volume input air ke dalam sistem adalah input volume bulanan ke dalam system penyediaan air bersih. Volume input system pada bulan Agustus 2021 untuk PERUMDA Kota Jambi cabang Aurduri adalah sebesar 435.802 m³/bulan;
2. Konsumsi resmi adalah volume bulanan air bermeter dan tidak bermeter yang diambil oleh pelanggan yang terdaftar, pemasok air, dan lain-lain, misalnya air yang digunakan dalam hidran pemadam kebakaran dan lain-lain. Konsumsi resmi bulan Agustus 2021 untuk PERUMDA Kota Jambi adalah sebesar 245.928 m³/bulan;
3. Kehilangan air adalah volume input sistem dikurangi dengan konsumsi resmi. Kehilangan air terdiri dari kehilangan air fisik dan kehilangan air non fisik. Kehilangan air pada bulan Agustus 2021 untuk PERUMDA Kota Jambi adalah $435.802 - 245.928 = 189.874$ m³/bulan. Apabila diubah dalam bentuk presentase adalah sebesar 43,57%;

4. Konsumsi berekening adalah volume air bulanan yang bermeter atau tidak bermeter yang digunakan oleh pelanggan yang terdaftar (resmi). Konsumsi resmi berekening bulan Agustus 2021 untuk PERUMDA Kota Jambi adalah sebesar 245.840 m³/bulan;
5. Konsumsi tak berekening adalah konsumsi resmi dikurangi dengan konsumsi berekening. Sehingga perhitungan konsumsi tak berekening pada bulan Agustus 2021 untuk PERUMDA Kota Jambi adalah $245.928 - 245.840 = 88$ m³/bulan;
6. Air berekening (*revenue water*) adalah air konsumsi berekening. Sehingga air berekening pada bulan Agustus 2021 untuk PERUMDA Kota Jambi adalah 245.840 m³/bulan;
7. Kehilangan air non fisik (*commercial losses*) adalah volume air yang didapatkan dari data ketidakakuratan water meter, kesalahan input petugas baca meter dan sambungan liar. Dari data tersebut didapatkan kehilangan air non-fisik pada bulan September 2021 untuk PERUMDA Kota Jambi adalah 19.745 m³/bulan;
8. Kehilangan air fisik (*physical losses*) adalah volume kehilangan air melalui semua jenis kebocoran, ledakan, dan luapan pada pipa, reservoir pelayanan, dan lain sebagainya. Perhitungan kehilangan air fisik adalah kehilangan air dikurangi dengan kehilangan air non fisik. Sehingga kehilangan air fisik pada bulan Agustus 2021 untuk PERUMDA Kota Jambi adalah 170.129 m³/bulan. Apabila diubah dalam prosentase adalah sebesar 43,57%. Jumlah pendapatan

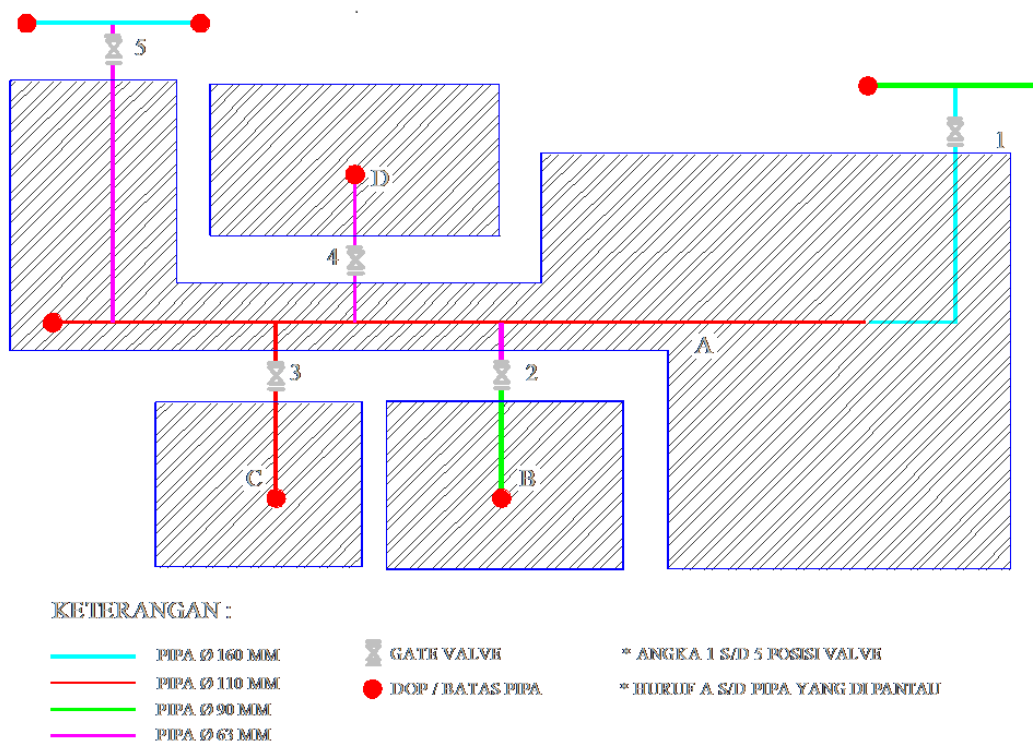
ataupun kerugian yang berbentuk rupiah didapatkan dari jumlah kubikasi di kalikan tarif dasar air PERUMDA yaitu sebesar Rp. 4.000 / m³;

4.3 Analisis Step Test

Step test digunakan untuk mengetahui letak ruas pipa yang mengalami kebocoran/kehilangan air. Metode ini dilakukan dengan melakukan penutupan valve yang sudah diatur sedemikian rupa sehingga aliran air dapat terbaca. Dimulai dengan menutup valve yang paling jauh dari inlet, kemudian dilakukan pembacaan debit menggunakan stopwatch dengan memperhatikan kubikasi meter induk yang terpasang di inlet.

Berikut skema skenario step test DMA Kenali Jaya dapat dilihat pada **Gambar**

4.5.



Gambar 4.5 Skema Step Test DMA Kenali Jaya

Langkah-langkah *step test* pada DMA Kenali Jaya dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. *Step test* dimulai dengan test isolasi jaringan dengan menutup semua valve yang ada pada DMA Kenali Jaya.
2. Pada saat memasuki *step 2*, valve 1 dibuka, diberi senggang waktu selama 5 menit. Setelah itu baru di catat angka meter induk pada pukul 23:20. Diberi senggang waktu kembali selama 10 menit pukul 23:30 setelah itu kembali dicatat angka meter induk. Maka akan didapat angka debit yang masuk kedalam pipa per-sepuluh menit untuk Zona A.
3. Untuk dapat mengetahui angka kehilangan air pada Zona B, maka dilakukan *step* yang ke-3 yaitu dengan membuka valve 2 sehingga air secara skematik mengalir untuk memenuhi jaringan pada Zona A dan B. Kembali dilakukan pencatatan angka meter induk pada pukul 23:35 diberi senggang waktu 10 menit dan catat kembali angka meter induk. Angka kehilangan air pada Zona B dapat di hitung dengan mengurangi hasil hitungan *step 3* dengan hasil angka *step 2* ($Zona B = step 3 - step 2$).
4. Pada *step 4* valve 2 ditutup kembali dan valve 3 dibuka, valve 4 masih dalam keadaan tertutup. Dari hasil angka *step 4* ini maka didapatkan hitungan angka kehilangan air pada Zona C dapat di hitung dengan mengurangi hasil hitungan *step 4* dengan hasil angka *step 2* ($Zona C = step 4 - step 2$). Waktu perhitungan *step* yang telah dilakukan pencatatan ke *step* selanjutnya diberi senggang waktu 5 menit.

5. Pada step 5 valve 3 ditutup kembali dan valve 4 dibuka. Valve 2 masih dalam keadaan tertutup. Dari hasil angka step 5, maka didapatkan angka kehilangan air pada Zona D, dengan mengurangi hasil hitungan *step 5* dengan hasil angka *step 2* ($Zona D = step 5 - step 2$).
6. Dan yang terakhir perhitungan angka kehilangan air secara menyeluruh dengan membuka semua valve 1, valve 2, valve 3, dan valve 4 dengan metode pencatatan sama seperti step sebelumnya.

Kegiatan *step test* DMA Kenali Jaya dilakukan pada hari Kamis, 15 November 2021 pukul 22:30 WIB. Pada kegiatan ini dilakukan oleh 2 tim, setiap tim memiliki 3 orang, tim pertama berada di panel inlet (Meter Induk DMA Kenali Jaya) dan tim kedua bertugas membuka dan menutup valve sesuai scenario *step test*. Hasil penelusuran *step test* untuk DMA Kenali Jaya dapat dilihat pada **Tabel 4.2.**

Tabel 4.2 Hasil Step Test

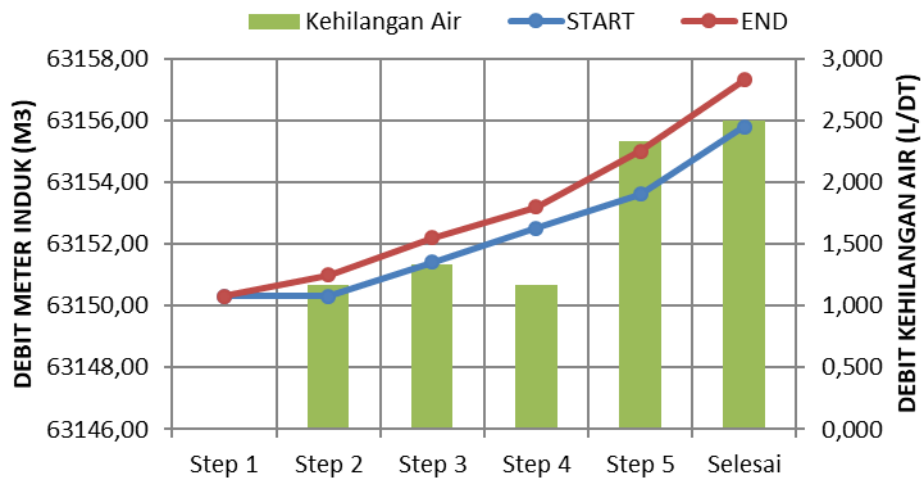
(Sumber : Hasil Survey, 2021)

STEP	STATUS VALVE				BOCORAN YANG DIPANTAU	WAKTU (JAM) / 10 MNT		Stand Meter VOLUME m3		KEHILANGAN AIR			KELAS KEBOCORAN
	V	V	V	V		START	END	START	END	volume selisih M ³ /Mnt	M ³ /dt	l/dt	
	1	2	3	4									
	1	2	3	4	3	4	5	6	7	8	9		
Step 1	C	C	C	C	Close	23.00	23;15	63150,3	63150,3	0	0.0000	0.000	Netral
Step 2	O	C	C	C	A	23;20	23;30	63150,3	63151	0.07	0.0012	1.167	Sedang
Step 3	O	O	C	C	A + B	23;35	23;45	63151,4	63152,2	0.08	0.0013	1.333	Sedang
Step 4	O	C	O	C	A + C	23;50	00;00	63152,5	63153,2	0.07	0.0012	1.167	Sedang
Step 5	O	C	C	O	A + D	00;05	00;15	63153,6	63155	0.14	0.0023	2.333	Tinggi
Selesai	O	O	O	O	A + B + C + D	00;20	00;30	63155,8	63157,3	0.15	0.0025	2.500	Tinggi

Keterangan :

1. Kolom 1 memulai step test, di mulai dari 1- 5 step test
2. Kolom 2 STATUS VALVE di isi dengan O (open) atau C (close). Valve terdiri dari valve yang selalu tertutup, selalu terbuka dan tutup-buka (step test).
3. Kolom 3 BOCORAN PIPA YANG DIPANTAU diisi dengan jalur pipa yang dipengaruhi oleh status tutup-buka.
4. Kolom 4 WAKTU diisi dengan jam pemantauan tiap step test per 10 menit.
5. Kolom 5 Stand Meter Volume M3 yang terbaca.
6. Kolom 6 Volume Selisih yang dihitung adalah Step 1 (Start) – Step 2 (End)
7. Kolom 7 Volume M3/dtk, Volume itu dihitung adalah $0,07 \text{ M3/mnit (Coloum 6) / 60}$
8. Kolom 8 HASIL KELAS KEBOCORAN yang dihitung yaitu $0,07 \text{ M3/mnt (coloum 6) /60 * 1000}$
9. Kelas Kebocoran

0,1 %- 0,5%	: RENDAH
0,5% - 1,9%	: SEDANG
> 2%	:TINGGI



Gambar 4.6 Diagram Tingkat Kehilangan Air Hasil *Step Test*

Dari diagram diatas 4.6 debit meter induk awal pada garis biru dari 63150,3 m³ hingga 63156,00 m³ dan debit kehilangan air mencapai 2,500 l/detik. Pada debit meter induk akhir dari 63150,3 m³ hingga 63158,00 m³ dan debit kehilangan mencapai 3000 l/detik. Maka pada garis merah terjadi peningkatan debit kehilangan air hingga 500 l/detik.

Tabel 4.2 menunjukkan total kehilangan air fisik pada DMA Kenali Jaya adalah 2,5 l/dtk. Hasil *step test* pada **Table 4.2** menunjukkan bahwa kehilangan air fisik pada zona-zona yang dimaksudkan dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a) Kehilangan air di Zona A dapat dilihat langsung dari hasil *step test* yang menunjukkan angka 1,167 l/dtk

- b) Kehilangan air pada Zona B dapat kita hitung dengan cara mengurangi kehilangan air Zona A + B (pada tabel) dengan hasil angka kehilangan air di Zona A yaitu $1,333 \text{ l/dtk} - 1,167 \text{ l/dtk} = 0,166 \text{ l/dtk}$.
- c) Kehilangan air Zona C, dapat kita hitung dengan cara mengurangi kehilangan air Zona A + C (pada tabel) dengan hasil angka kehilangan air di Zona A yaitu $1,167 \text{ l/dtk} - 1,167 \text{ l/dtk} = 0 \text{ l/dtk}$. Dari hasil *step test*, pada Zona C tidak terdapat indikasi kebocoran fisik. Hal ini didukung karena pipa pada daerah tersebut masih baru dilakukan pemasangan.
- d) Kehilangan air Zona D, juga dapat kita hitung dengan cara mengurangi kehilangan air Zona A + D (pada tabel) dengan hasil angka kehilangan air di Zona A yaitu $2,333 \text{ l/dtk} - 1,167 \text{ l/dtk} = 1,166 \text{ l/dtk}$.
- e) Dari hasil *step test* yang telah dilakukan, secara keseluruhan angka kehilangan air pada DMA Kenali Jaya dapat diketahui mencapai 2,5 l/dtk.

4.3.1 Perhitungan Kehilangan Air

Secara teknis terdapat kemajuan yang baik dalam penelitian ini. Angka kehilangan air di Zona Kenali Jaya Kecamatan Alam Barajo, Kota Jambi menurun setelah dibentuknya DMA Kenali Jaya. Penurunan tingkat kehilangan air DMA Kenali Jaya dapat dilihat pada **Tabel 4.2** dan **Tabel 4.3**.

Tabel 4.3 Tingkat Kehilangan Air menggunakan catat meter DMA Kenali Jaya Tahun 2021

No	Bulan	Stan Meter/Bulan (M ³)			Jumlah Pelanggan/ Zona (SR)			Total Jumlah Pelanggan	Rata-rata Pemakaian Air Per-SR (m ³)	NRW (m ³)	NRW (%)
		Stan Meter Induk	Kubikasi Meter Induk (c = b2 - b1)	Meter Pelang gan	2609	2616	2621				
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i = d/h)	(j)	(k)
1	Januari	-	-	-					-	-	-
2	Februari	-	-	-					-	-	-
3	Maret	-	-	-					-	-	-
4	April	-	-	-					-	-	-
5	Mei	-	-	-					-	-	-
6	Juni	6040	14520	9087	472	68	74	614	15	5433	37
7	Juli	20560	15580	9892	472	68	74	614	16	5688	37
8	Agustus	36140	14980	9731	473	68	73	614	16	5249	35
9	Septem ber	51120	15150	9810	474	68	75	617	16	5340	35
10	Oktober	66270	13050	10255	475	68	76	619	17	2795	21
11	Novemb er	79320	12490	9897	475	70	80	625	16	2593	21

Sumber : Hasil Perhitungan & Catat Meter CAD, 2021

*Perhitungan NRW kasus Bulan November 2021

$$\begin{aligned}
 \text{NRW (M}^3\text{)} &= \text{Volume Input Sistem} - \text{Konsumsi Resmi Berekening} \\
 &= \text{Kubikasi Meter Induk (M}^3\text{)} - \text{Meter Pelanggan (M}^3\text{)} \\
 &= 12.490 \text{ M}^3 - 9.897 \text{ M}^3 \\
 &= 2.593 \text{ M}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{NRW (\%)} &= \\
 &= \times 100 \% \\
 &= 21 \%
 \end{aligned}$$

Gambar 4.7 Grafik Stand Meter Induk

Berdasarkan gambar 4.7 grafik stan meter induk mengalami peningkatan setiap bulannya. Karena meningkatnya jumlah pemakaian bertambahnya jumlah pelanggan.

Gambar 4.8 Grafik Kubikasi Meter Induk

Berdasarkan gambar 4.8 mengalami naik turun pada grafik kubikasi meter induk, dikarenakan pada bulan Juli jumlah kubikasi air yang terpakai mencapai 15580 m³ air. Selain terjadinya peningkatan dalam pemakaian pelanggan, pada bulan tersebut juga mengalami kebocoran pada beberapa bagian pipa.

Gambar 4.9 Grafik Meter Pelanggan

Berdasarkan gambar 4.9 pada grafik meter pelanggan mengalami peningkatan di bulan Oktober mencapai angka 10255, dikarenakan menambahnya jumlah pelanggan pada bulan tersebut.

Gambar 4.10 Grafik Zona 1 (2609)

Bedasarkan pada gambar 4.10 grafik zona 1 mengalami peningkatan di bulan November dikarenakan adanya pemasangan baru atau penambahan jumlah pelanggan pengguna distribusi air bersih.

Gambar 4.11 Grafik Zona 2 (2616)

Bedasarkan pada gambar 4.11 grafik zona 2 mengalami peningkatan di bulan November dikarenakan adanya pemasangan baru atau penambahan jumlah pelanggan pengguna distribusi air bersih.

Gambar 4.12 Grafik Zona 3 (2621)

Bedasarkan pada gambar 4.12 grafik zona 3 mengalami peningkatan di bulan November dikarenakan adanya pemasangan baru atau penambahan jumlah pelanggan pengguna distribusi air bersih.

Gambar 4.13 Grafik Jumlah Total Pelanggan

Jadi berdasarkan pada gambar 4.13 jumlah total pelanggan pada zona 1 zona 2 dan zona 3 mengalami peningkatan penggunaan air bersih pada bulan November dengan jumlah pelanggan 625 pelanggan.

Gambar 4.14 Grafik NRW M³

Jadi pada gambar 4.14 menjelaskan adanya penurunan tingkat kehilangan air dari 5688 m³ sampai dengan 2593 m³ di Jl.kenali jaya.

Gambar 4.15 Grafik NRW %

dan pada gambar 4.15 ini menjelaskan berapa persen penurunan tingkat kehilangan air dari 37% sampai dengan 21%, jadi setelah di gunakan metode DMA (*district metered area*) pada uji *step test* di jalan kenali jaya mengalami penurunan kehilangan air sebesar 16%.

Jadi grafik diatas merupakan gambaran tingkat kehilangan air di Zona Kenali Jaya mulai dari awal di gunakan DMA Bulan Agustus 2021 sampai dengan awal bulan November 2021. Dari diagram diatas dapat dilihat penurunan tingkat kehilangan air di DMA Zona Kenali Jaya sebesar 14% yang pada awalnya tingkat kehilangan air di daerah tersebut sebesar 35% di bulan November 2021 turun menjadi 21% di bulan November setelah dilakukannya penanganan kebocoran pipa yang didapat dari hasil uji *step test*.

Berdasarkan angka kehilangan air khususnya daerah DMA Kenali Jaya, maka dapat dibandingkan dari hasil penanganan kebocoran dari pembentukan DMA Kenali Jaya, sebelum dilakukannya kegiatan *step test* dan setelah dilaksanakannya *step test* beserta kegiatan perbaikan kebocoran dapat dilihat pada

Tabel 4.4

Tabel 4.4 Kerugian Air Yang di Tanggulangi

Bulan NRW	Juni-Juli 2021	Oktober- november 2021	Hasil
	(Sebelum kegiatan <i>step test</i>)	(Setelah kegiatan <i>step test</i>)		(c = a - b)
	(a)	(b)	

Persentase	37%	21%	16%
Vol. Kubikasi	5.433 M ³	2.593 M ³	2.840 M³

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2021)

Berdasarkan table 4.6 di atas persentase NRW sebelum dan sesudah uji step test bahwa adanya perubahan nilai persentase semula dari 35% menjadi 21%, artinya terjadi penurunan kehilangan air sebesar 14%.

Gambar 4.16 Grafik Persentase NRW

Pada Gambar 4.16 Grafik persentase NRW sebelum menggunakan Step Test pada bulan juni - Juli mencapai 37 %, sedangkan setelah menggunakan Step Test pada bulan Agustus–November turun mencapai 21%. Sehingga mengalami perbandingan persentase mencapai 16%. Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode DMA dengan menggunakan Uji Step Test cukup efektif diterapkan dalam penurunana tingkat kehilangan air.

Gambar 4.17 Grafik Volume Kubikasi

Pada Gambar 4.17 Grafik volume kubikasi sebelum menggunakan Step Test pada bulan juni - Juli mencapai 5.433 m³, sedangkan setelah menggunakan Step Test pada bulan Agustus – November turun mencapai 2.593 m³. Sehingga mengalami perbandingan persentase mencapai 2.840 m³. Dalam hal ini dapat disimpulkan

bahwa penggunaan metode DMA dengan menggunakan Uji Step Test cukup efektif diterapkan dalam penurunan tingkat kehilangan air.

4.4 Tindak Lanjut Hasil *Step Test*

4.4.1 Penelusuran Lokasi

Setelah didapat semua data hasil *step test*, maka dapat diketahui ruas-ruas atau Zona yang terdeteksi kebocoran, maka tim berkumpul kembali dan melakukan patroli pada malam itu juga untuk menandai titik-titik kebocoran fisik yang terlihat. Mengingat pemakaian air pelanggan pada malam hari sangat kecil, maka akan dengan mudah menemukan kebocoran-kebocoran fisik tersebut.

Dari hasil *step test* didapatkan bahwa pada Zona A dan Zona D yang memiliki angka kehilangan air yang cukup tinggi, sedangkan Zona B yang juga terdeteksi sedikit kebocoran dan Zona C yang tidak terdeteksi kebocoran di daerah tersebut. Untuk itu patroli difokuskan ke Zona A dan Zona D.

Beberapa temuan kebocoran fisik pada jaringan perpipaan DMA Kenali Jaya dapat dilihat pada gambar berikut.

Gambar 4.18 Rembesan Air Keluar
Dari Dalam Tanah

Gambar 4.19 Bocor di Bawah
Saluran Drainase

Gambar 4.20 Bocor di Pipa Persil
Sebelum Meteran Pelanggan

Gambar 4.21 Bocor di Pipa Persil
Pelanggan

Gambar 4.22 Temuan Titik Kebocoran Pipa dia.
2 Inchi Dekat Saluran Drainase

4.5 Analisis Kebocoran

Kehilangan air didapat dari laporan pelanggan dan dari hasil *step test*. Penanganan dilakukan maksimal H+1 dari laporan. Lama waktu kebocoran

yang belum dilakukan penanganan berpengaruh pada volume kehilangan fisik, sehingga perbaikan harus segera dilaksanakan pada saat kebocoran terdeteksi.

Ada dua jenis perbaikan kebocoran fisik yang ditemukan yaitu :

1. Perbaikan terhadap kebocoran pipa persil.

Perbaikan pipa persil yaitu perbaikan pipa yang dilakukan terhadap kebocoran pipa diameter 1/2 inchi – 3/4 inchi yang langsung berhubungan dengan pengaliran air ke rumah pelanggan. Kebocoran persil yang terjadi tiga bulan terakhir (Agustus 2021 – November 2021) tercatat 26 sambungan rumah dapat dilihat pada **Tabel 4.5**.

2. Perbaikan terhadap pipa distribusi atau pipa tertier.

Perbaikan terhadap pipa distribusi atau pipa tertier merupakan perbaikan kebocoran pipa yang ditemukan pada pipa yang berukuran 1 inchi s/d 4 inchi. Uraian temuan titik kebocoran pada pipa tertier tiga bulan terakhir (Agustus 2021 – November 2021) dapat dilihat pada **Tabel 4.3**.

Tabel 4.5 Uraian Temuan dan Perbaikan Kebocoran

NO.	URAIAN	DIAMETER	JUMLAH TITIK BOCOR PER – BULAN		
			AGUSTUS 2021	OKTOBER 2021	NOVEMBER 2021
1	Kebocoran Fisik Pipa				
	- Pipa Persil	1/2"	13	11	2
		3/4"	3	0	1
	- Pipa Tertier	1"	3	1	0
		2"	4	1	0
		3"	0	0	0
		4"	1	0	0
		6"	0	0	0
2	Kebocoran Pada Clamp Sadle	1"	0	0	0
		2"	2	0	0
		3"	0	0	0
		4"	0	0	0
3	Kebocoran Accessories Pipa				
	- Gate Valve/Swisskrant	2"	0	0	0
		3"	0	0	0
		4"	0	0	0
		6"	0	0	0
	- Air Valve	2"	0	0	0
		3"	0	0	0
		4"	0	0	0
		6"	0	0	0
4	Meteran Rusak	1/2"	0	0	0

Sumber : PERUMDA Tirta Mayang, 2021

Perbaikan kebocoran yang dilakukan di DMA Kenali Jaya dilakukan oleh tim Pelayanan Gangguan Pengaliran Cabang Aurduri. Dikarenakan jenis pipa yang tertanam didaerah tersebut dominan pipa jenis PVC, maka metode perbaikan pipa menggunakan metode sambungan socket atau pemasangan giboult joint pada pipa yang pecah/bocor.

Gambar 4.23 Perbaikan Kebocoran
Pipa Diameter 2”

Gambar 4.24 Perbaikan Kebocoran
Pipa Diameter 2” Menggunakan
sambungan Giboult Joint

Gambar 4.25 Bocor Pipa Diameter 2”

Gambar 4.26 Perbaikan Kebocoran
Pipa Diameter 2” PVC

Gambar 4.27 Bocor Pipa Pisi Diameter
1/2'' PVC

Gambar 4.28 Bocor Sambungan
Tee Diameter 2''

Gambar 4.29 Bocor Pipa Diameter 2''

Gambar 4.30 Perbaikan Kebocoran
Pipa Diameter 2'' di Perum
Medina

Gambar 4.31 Perbaikan Kebocoran

Pipa Persil Diameter 1/2''

Gambar 4.32 Perbaikan Kebocoran

Klem Sadle 2 x 1/2''

4.6 Analisis *Pressure Management*

Pressure management merupakan salah satu elemen yang paling mendasar dalam strategi penurunan kebocoran. Menurut Farley, dkk (2008) terdapat hubungan fisik antara laju aliran kebocoran dan tekanan, dan frekuensi semburan-semburan baru juga merupakan satu fungsi tekanan:

- Semakin tinggi tekanan, berarti semakin tinggi kebocoran. Sebaliknya apabila semakin rendah tekanan, maka semakin rendah kebocoran;
- Terdapat hubungan linier antara tekanan dengan kebocoran (tekanan lebih rendah 10% = kebocoran 10% lebih rendah);
- Tingkat tekanan dan siklus tekanan sangat mempengaruhi frekuensi semburan;

Dengan melakukan pembentukan DMA (*District Meter Area*) dan melaksanakan penurunan NRW akan meningkatkan tekanan air di dalam DMA. Hal tersebut disebabkan karena apabila kebocoran diperbaiki, aliran di dalam DMA akan menurun. Dengan demikian kehilangan tekanan karena gesekan (*frictional headlosses*) berkurang, sehingga berdampak pada meningkatnya tekanan dalam sistem. Tekanan-tekanan yang meningkat tersebut akan semakin terlihat pada malam hari ketika penggunaan air rendah dan kehilangan tekanan menjadi lebih rendah lagi.

Melakukan manajemen tekanan memiliki banyak manfaat diantaranya adalah dapat mengurangi kebocoran dan menstabilkan tekanan dalam sistem, yang pada akhirnya dapat menambah usia aset. Mayoritas semburan pipa yang terjadi bukan karena tekanan tinggi, namun lebih karena fluktuasi tekanan yang terus menerus sehingga membuat pipa selalu mengembang. Hal tersebut dapat menyebabkan retakan pipa karena stress. Solusi dari hal tersebut adalah dengan memasang suatu alat seperti katup penurun tekanan atau PRV (*pressure reducing valve*) yang berfungsi untuk membantu mengurangi dan mengatur tekanan sesuai dengan kebutuhan, menstabilkan *fluktuasi*, dan mengurangi stress pada pipa. Tetapi dikarenakan ketidaksediaannya *Valve* PRV di stock PERUMDA Tirta Mayang, maka kami menggunakan cara lain untuk mengurangi tekanan sementara di dalam sistem jaringan di DMA Kenali Jaya yaitu dengan cara membatasi bukaan *Valve* utama yang tadinya dibuka full, kini hanya dibuka 4 (empat) putaran (dari 10 putaran full).

Gambar 4.33 Kondisi Tekanan Air Di Saluran Inlet

Kondisi ini dapat dilakukan sementara untuk mengurangi tekanan didalam sistem jaringan DMA Kenali Jaya. Namun harus juga diperhatikan tekanan diujung pipa apakah masih ada tekanan yang cukup untuk pelanggan didaerah tersebut. Dari hasil penelusuran, tekanan diujung pipa adalah 1,5 atm. Dengan tekanan 1,5 atm maka sudah cukup untuk mengalirkan air ke cakupan wilayah untuk pelanggan yang berada diujung saluran inlet.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

Menganalisa pengaliran air menggunakan *District Meter Area* di Zona Kenali Jaya agar lebih terkontrol dan mudah untuk dilakukan pemeliharaan jaringan.

1. Tingkat kehilangan air melalui semua jenis kebocoran, ledakan, dan luapan pada pipa, reservoir pelayanan, dan lain sebagainya, sehingga kehilangan air fisik pada bulan Juli 2021 untuk PERUMDA Kota Jambi Khususnya di Zona Kenali Jaya adalah 5.688 m³. Apabila diubah dalam presentase adalah sebesar 37%. Jumlah pendapatan ataupun kerugian yang berbentuk rupiah didapatkan dari jumlah kubikasi di kalikan tarif dasar air PERUMDA yaitu sebesar Rp. 4.000 / m³, dengan jumlah total kerugian bila di rupiahkan sebesar Rp. 22.752.000;
2. Penyebab kebocoran yang terjadi di Zona Kenali Jaya ini adalah kerusakan pada pipa diameter 63 mm (2 Inchi) lama jenis PVC yang pecah karena pipa tidak kuat menahan tekan air dan juga sambungan-sambungan konekting pipa yang kurang baik pengerjaannya. Sehingga dengan menggunakan metode DMA dan dengan alat *Step Test* cukup efektif dalam pengendalian kebocoran;
3. Dari tingkat kehilangan air pada kondisi awal di Zona Kenali Jaya adalah sebesar 37% pada bulan Juli 2021 dan Hasil yang diperoleh dari program DMA

ini adalah menurunnya tingkat kebocoran di Zona Kenali Jaya menjadi 16% pada bulan November 2021 dengan kerugian air yang di tanggulangi akibat kebocoran sebesar 2.593 M³.

5.2 Saran

1. Ada baiknya pengujian *step test* sering dilakukan untuk tempat-tempat yang persentase kebocorannya cukup besar agar dapat menekan tingkat kebocoran supaya lebih kecil lagi, sehingga tingkat kerugian PDAM semakin kecil.
2. Untuk pengoptimalan program DMA Kenali Jaya, ada baiknya PDAM segera memasang PRV (*pressure reducing valve*) untuk membantu mengurangi dan mengatur tekanan sesuai dengan kebutuhan, menstabilkan fluktuasi, dan mengurangi stress pada pipa. Dan juga memasang *strainer* (Saringan) di saluran inlet agar kotoran-kotoran yang teralirkan menuju meter induk dapat disaring oleh *strainer* supaya meter induk dapat terjaga dari kerusakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, A.N., dan Hadi, W.(2015). Perencanaan dan algoritma pembentukan DMA (*district metered area*). *Jurnal Teknik*, 4(1), 93-98.
- Andi Kartini S.(2015). Kehilangan air PDAM Tirta Bukae Luwu Utara, (*Jurnal Teknik*) *Fakultas Teknik*, Universitas Andi Djemma Palopo.
- Buletin Direktorat Jenderal Cipta Karya, Sistem penyediaan air minum SPAM edisi 02/Tahun XI/Februari 2013,DKI Jakarta.
- Farley, M., Wyeth, G., Ghazali, Z., Istandar, A., Singh, S. (2008).*The Managers Non Revenue Water Handbook: A Guide To Understanding Water Losses*. USAID.
- Fraundorfer and liemberger,(2010), *The Issues and Challenges of Reducing Non- Reveneue Water*. Published 191,517,983.
- M.RizkiSya'Bani. (2016). Penerapan jaringan distribusi sistem *District Meter Area* (DMA) dalam optimalisasi penurunan kehilangan air fisik ditinjau dari aspek teknis dan financial, (*Studi Kasus: Wilayah layanan IPA bengkuring PDAM Tirta Mayang Kota Samarinda Kalimantan Timur*). (Tesis Master), Institut Teknologi Bandung.
- Masduqi, A dan Abdu F Assomadi (2012). Operasi dan proses pengolahan air. *Modul*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Saparina, W. dan Masduqi, A. 2017. Penurunan kehilangan air di sistem distribusi air minum PDAM kota Malang (Tesis Master). Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.