

**PENGEMBANGAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI PDAM
TIRTA DAROY PADA ZONA I BANDA ACEH**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

ILHAM RAMADHAN

NIM. 150702078

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM - BANDA ACEH
2020 M / 1441 H**

**PENGEMBANGAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI PDAM TIRTA
DAROY PADA ZONA I BANDA ACEH**

TUGAS AKHIR

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

Oleh

ILHAM RAMADHAN

NIM. 150702078

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Disetujui Oleh

Pembimbing I



Aulia Rohendi, M. Sc.

NIDN. 2010048202

Pembimbing II



Yeggi Darnas, M. T.

NIDN. 2020067905

**PENGEMBANGAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI PDAM TIRTA
DAROY PADA ZONA I BANDA ACEH**

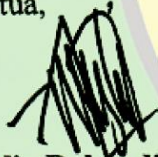
TUGAS AKHIR

**Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan lulus
serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan**

Pada Hari/Tanggal: Rabu, 15 Januari 2020
20 Jumadil Awal 1441

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Aulia Robandi, M. Sc.

NIDN. 2010048202

Sekretaris,



Yeggi Darnas, M. T.

NIDN. 2020067905

Penguji I,



Prof. Dr. Nasrul AR, M.T.

NIP. 197210202000121001

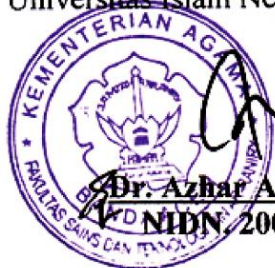
Penguji II,



Adian Aristia Anas, M. Sc.

NIDN. 2022100701

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




Dr. Azhar Amsal, M.Pd
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ilham Ramadhan
NIM : 150702078
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi PDAM Tirta Daroy Pada Zona I Banda Aceh

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu membandingkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun

Banda Aceh, 15 Januari 2020

Yang menyatakan,



Ilham Ramadhan

ABSTRAK

Nama : Ilham Ramadhan
NIM : 150702078
Program Studi : Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi (FST)
Judul : Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi PDAM Tirta Daroy Pada Zona I Banda Aceh
Tanggal Sidang : 15 Januari 2020 / 20 Jumadil Awal 1441 H
Tebal Skripsi : 89 Halaman
Pembimbing I : Aulia Rohendi, S.T., M.Sc
Pembimbing II : Yeggi Darnas, S.T., M.T
Kata Kunci : PDAM Tirta Daroy, Kota Banda Aceh, EPANET 2.0, Sistem Jaringan Distribusi, Air Minum

PDAM adalah usaha milik daerah yang bergerak pada kegiatan pendistribusian air minum bagi masyarakat dan segala kegiatannya diawasi langsung oleh pemerintah daerah yang bersangkutan. Penyediaan air minum untuk sembilan kecamatan di Kota Banda Aceh dikelola oleh PDAM Tirta Daroy yang dibagi ke dalam empat zona layanan. Saat ini berdasarkan hasil laporan keuangan PDAM Tirta Daroy pada Tahun 2016 dapat diketahui bahwa penurunan kualitas air PDAM terjadi pada tahap pendistribusian. Penelitian ini berfokus pada wilayah layanan Zona I yaitu Kecamatan Kuta Alam (Gampong Keuramat, Laksana, Lamdingin, Mulia, Kuta Alam, Lambaro Skep, Bandar Baru, Lampulo dan Peunayong) dan Kecamatan Syiah Kuala (Gampong Deah Raya, Tibang, Alue Naga, dan Jeulingke), dengan tujuan untuk melakukan pengembangan sistem jaringan distribusi Tahun 2029 guna meningkatkan pelayanan PDAM Tirta Daroy terhadap masyarakat dilokasi tersebut. Metode yang dilakukan bersifat kuantitatif dengan melakukan simulasi data menggunakan software EPANET 2.0. Hasil yang diperoleh di dalam penelitian ini setelah dilakukan pengembangan yaitu total kebutuhan air pada wilayah layanan Zona I PDAM Tirta Daroy pada tahun 2029 adalah 12.457.152 liter/hari atau 144.18 liter/detik dan kebutuhan air jam puncak adalah 165,81 liter/detik dengan tekanan yang optimal. Adapun pada proses pengembangan dilakukan beberapa perubahan sistem jaringan distribusi yaitu berupa pergantian pipa dan penambahan pipa serta pergantian pompa untuk mendukung proses pengembangan sistem jaringan distribusi Zona I untuk tahun 2029.

ABSTRACT

Name : Ilham Ramadhan
NIM : 150702078
Study Program : Environmental Engineering, Faculty of Science and Technology (FST)
Title : Development of the PDAM Tirta Daroy Distribution Network System in Zone I Banda Aceh
Defense Date : 15 January 2020 / 20 Jumadil Awal 1441 H
Number of Pages : 89 Pages
Thesis Advisor I : Aulia Rohendi, S.T., M.Sc
Thesis Advisor II : Yeggi Darnas, S.T., M.T
Key Words : PDAM Tirta Daroy, Banda Aceh City, EPANET 2.0, Distribution Network System, Drinking Water

PDAM is a regionally owned business which is engaged in the distribution of drinking water to the community and all activities are supervised directly by the relevant local government. Provision of drinking water for nine sub-districts in Banda Aceh City managed by PDAM Tirta Daroy which is divided into four service zones. Currently, based on the results of PDAM Tirta Daroy financial statements in 2016 it can be seen that the decline in PDAM water quality occurs during the distribution stage. This research focuses on Zone I service areas namely Kuta Alam Subdistrict (Village of Keuramat, Laksana, Lamdingin, Mulia, Kuta Alam, Lambaro Skep, Bandar Baru, Lampulo and Peunayong) and Syiah Kuala District (Village of Deah Raya, Tibang, Alue Naga, and Jeulingke), with the aim to develop a distribution network system in 2029 in order to improve the services of PDAM Tirta Daroy to the community in that location. The method used is quantitative by simulating data using EPANET 2.0 software. The results obtained in this study after the development of the total water needs in the Zone I service area of PDAM Tirta Daroy in 2029 is 12,457,152 liters/day or 144.18 liters/second and peak hour water demand is 165.81 liters/second with optimal pressure. As for the development process, several changes to the distribution network system were carried out in the form of pipe changes and pipe additions and pump changes to support the process of developing Zone I distribution network systems for 2029.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang Maha Pengasih karena berkat Anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Penelitian ini, dengan judul **“Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi PDAM Tirta Daroy Zona I Banda Aceh”**

Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-raniry.

Penelitian ini dapat selesai karena dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada seluruh pihak yang telah membantu penyelesaian penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saran dan kritikan yang membangun sangat diharapkan. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi semua pihak khususnya dalam pengembangan pengetahuan mengenai sistem jaringan distribusi.

Banda Aceh, 23 Desember 2019

Penulis,

Ilham Ramadhan

NIM. 150702078

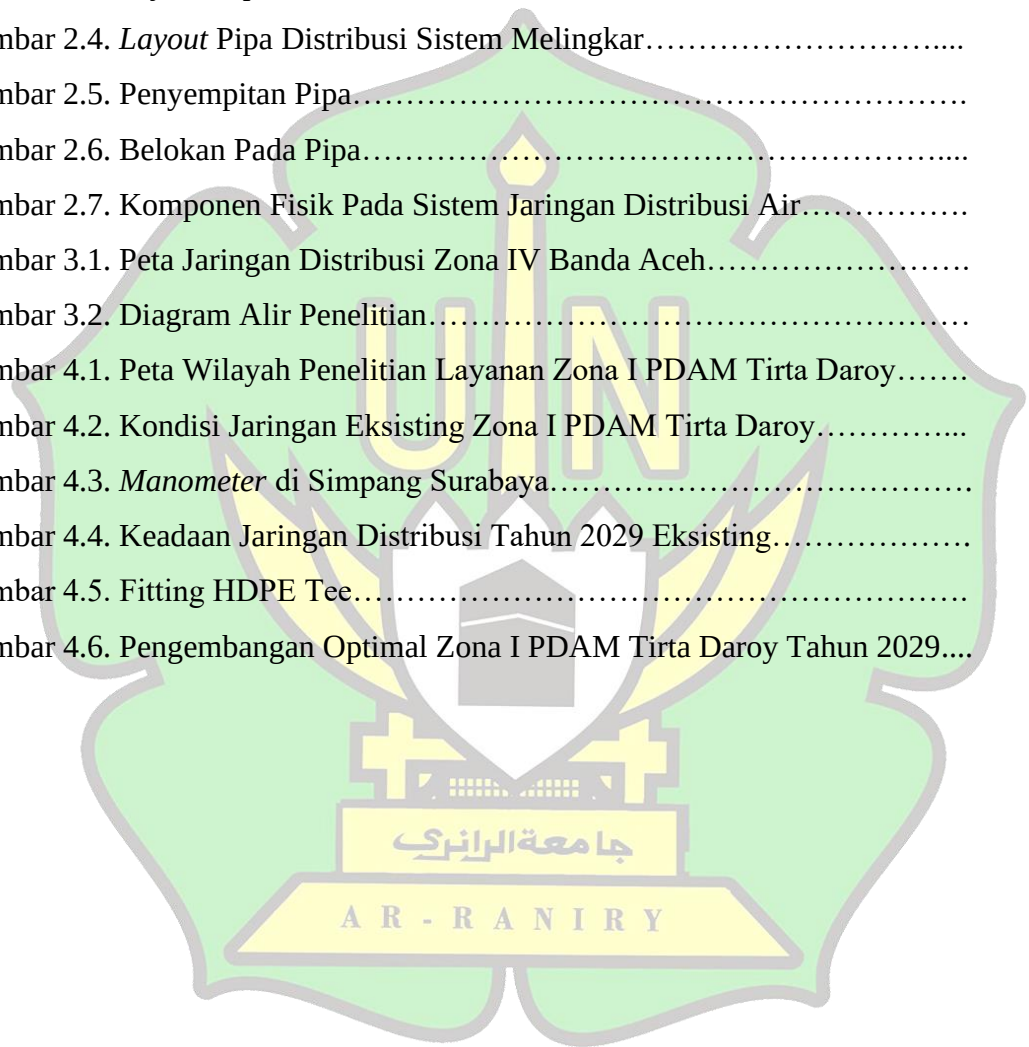
DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
BAB II LANDASAN TEORITIS.....	5
2.1. Sistem Penyediaan Air Minum.....	5
2.2. Instalasi Pengolahan Air Minum.....	6
2.3. Proyeksi Penduduk.....	9
2.4. Perhitungan Kebutuhan Air.....	11
2.4.1. Standar Kebutuhan Air Domestik.....	12
2.4.2. Standar Kebutuhan Air Non-Domestik.....	15
2.5. Jaringan Pipa Distribusi.....	17
2.5.1. Definisi.....	17
2.5.2. Sistem Pipa Distribusi.....	18
2.5.3. Diameter Pipa Distribusi.....	20
2.6. Kehilangan Energi Pada Pipa.....	21
2.6.1. Kehilangan tinggi besar (<i>Major losses</i>).....	21

2.6.2. Kehilangan energi karena tahanan oleh bentuk pipa (<i>minor losses</i>)..	22
2.7. Model Penyediaan Sarana Air Bersih Sistem Perpipaan.....	25
2.8. <i>Software</i> EPANET 2.0.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	29
3.1. Metode Penelitian.....	29
3.2. Waktu dan Lokasi.....	29
3.3. Metode Pengambilan Data.....	30
3.4. Instrumen Penelitian.....	30
3.5. Prosedur Penelitian.....	31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1. Proyeksi Penduduk Zona I Kota Banda Aceh.....	34
4.1.1. Jumlah Penduduk Eksisting Zona I Kota Banda Aceh.....	34
4.1.2. Proyeksi Jumlah Penduduk Zona I Tahun 2029.....	35
4.2. Proyeksi Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik.....	39
4.2.1. Kebutuhan Air Domestik Kondisi Eksisting.....	39
4.2.2. Kebutuhan Air Domestik Zona I Untuk Tahun 2029.....	41
4.2.3. Kebutuhan Air Non Domestik.....	44
4.3. Pengembangan Jaringan Distribusi Optimal.....	46
4.3.1. Jaringan Distribusi Kondisi eksisting.....	46
4.3.2. Tahap pengembangan keadaan eksisting.....	52
4.3.3. Pengembangan Optimal Layanan Zona I PDAM Tirta Daroy.....	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
1.1. Kesimpulan.....	65
1.2. Saran.....	66
DAFTAR KEPUSTAKAAN.....	67
LAMPIRAN.....	71
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema Pengolahan Air Minum.....	6
Gambar 2.2. <i>Layout</i> Pipa Distribusi Sistem Cabang.....	19
Gambar 2.3. <i>Layout</i> Pipa Distribusi Sistem <i>Grid Iron</i>	19
Gambar 2.4. <i>Layout</i> Pipa Distribusi Sistem Melingkar.....	20
Gambar 2.5. Penyempitan Pipa.....	23
Gambar 2.6. Belokan Pada Pipa.....	24
Gambar 2.7. Komponen Fisik Pada Sistem Jaringan Distribusi Air.....	28
Gambar 3.1. Peta Jaringan Distribusi Zona IV Banda Aceh.....	30
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 4.1. Peta Wilayah Penelitian Layanan Zona I PDAM Tirta Daroy.....	47
Gambar 4.2. Kondisi Jaringan Eksisting Zona I PDAM Tirta Daroy.....	48
Gambar 4.3. <i>Manometer</i> di Simpang Surabaya.....	51
Gambar 4.4. Keadaan Jaringan Distribusi Tahun 2029 Eksisting.....	54
Gambar 4.5. Fitting HDPE Tee.....	61
Gambar 4.6. Pengembangan Optimal Zona I PDAM Tirta Daroy Tahun 2029....	62

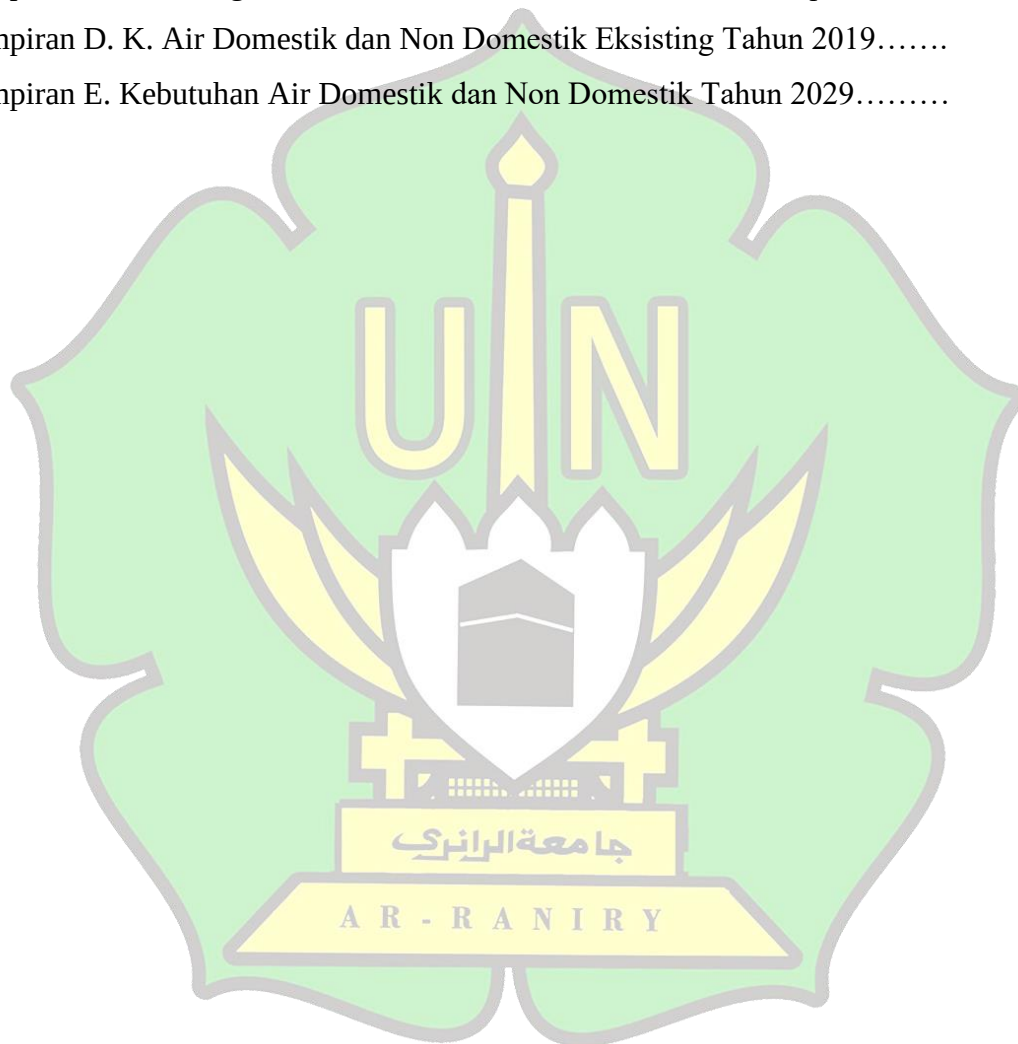


DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kriteria Perencanaan Air Bersih Standar Kebutuhan Air Domestik...	14
Tabel 2.2. Kriteria Standar Kebutuhan Air Non Domestik.....	16
Tabel 2.3. Kriteria Standar Kebutuhan Air Non Domestik Kategori V (Desa)...	16
Tabel 2.4. Kebutuhan Air Non Domestik untuk Kategori Lain.....	17
Tabel 2.5. Kriteria Pipa Distribusi.....	18
Tabel 2.6. Faktor Jam Puncak untuk Perhitungan Jaringan Pipa Distribusi.....	21
Tabel 2.7. Ukuran Diameter Pipa Distribusi.....	21
Tabel 4.1. Jumlah Sambungan Rumah Eksisting Zona I PDAM Tirta Daroy.....	35
Tabel 4.2. Data Jumlah Penduduk Zona I PDAM Tirta Daroy.....	36
Tabel 4.3. Tabel Pertumbuhan Penduduk.....	37
Tabel 4.4. Hasil Proyeksi Penduduk Menggunakan Metode Least Square.....	38
Tabel 4.5. K. Air Eksisting Zona I PDAM Tirta Daroy Sambungan Rumah	40
Tabel 4.6. Kebutuhan Air Eksisting Zona I PDAM Tirta Daroy Hidran Umum..	41
Tabel 4.7. Proyeksi K. A.D. Zona I Tirta Daroy Tahun 2029 Kategori SR.....	42
Tabel 4.8. Proyeksi K. A. D. Zona I Tirta Daroy Tahun 2029 Kategori HU.....	43
Tabel 4.9. Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Non Domestik Zona I 2029.....	45
Tabel 4.10. Jumlah Kebutuhan Air TPI Gampong Lampulo.....	46
Tabel 4.11. Debit dan Tekanan Pada Keadaan Eksisting Di Wilayah Zona I.....	49
Tabel 4.12. Unit Pompa Eksisting.....	50
Tabel 4.13. Pengembangan Keadaan Eksisting Di Zona I PDAM Tirta Daroy...	52
Tabel 4.14. Debit dan Tekanan Pada Tahun 2029.....	55
Tabel 4.15. Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Tahun 2029.....	57
Tabel 4.16. Unit Pompa Hasil Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi.....	63
Tabel 4.17. Hasil Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Tahun 2029.....	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Diagram Alir Penelitian.....	71
Lampiran B. Perhitungan Standar Deviasi.....	72
Lampiran C. Perhitungan J. P. Zona I Tahun 2029 Metode Least Square.....	73
Lampiran D. K. Air Domestik dan Non Domestik Eksisting Tahun 2019.....	74
Lampiran E. Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik Tahun 2029.....	75



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ketersediaan dan pemenuhan kebutuhan air minum/bersih adalah sangat penting bagi manusia, baik di daerah rural ataupun urban. Pada daerah perkotaan, laju peningkatan pertumbuhan penduduk selalu berbanding lurus dengan kebutuhan air bersih. Kebutuhan air biasanya dipenuhi dengan adanya Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM). Pemerintah Indonesia memberikan otoritas dan tanggung jawab penuh kepada Perusahaan Daerah Air Minum atau disingkat dengan PDAM. PDAM merupakan unit usaha milik daerah di tiap wilayah provinsi, kotamadya, hingga kabupaten di seluruh Indonesia yang bergerak dalam usaha pendistribusian air minum bagi masyarakat, dan kegiatan PDAM dimonitor dan diawasi langsung oleh pemerintah daerah yang bersangkutan. PDAM juga didukung penuh oleh Peraturan Pemerintah yang memuat tentang Sistem Penyediaan Air Minum yang menjelaskan bahwa kegiatan penyediaan air minum adalah upaya pemenuhan kebutuhan masyarakat sebagai penunjang kehidupan yang sehat, bersih, dan produktif, hal ini dijelaskan pada Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2005.

Kota Banda Aceh dalam upaya penyediaan air minum untuk sembilan kecamatan dikelola oleh PDAM Tirta Daroy. Wilayah pelayanan air minum dikelola oleh PDAM Tirta Daroy dengan 4 (empat) kantor cabang yang melayani di masing-masing zona, yaitu Zona I kantor cabang Syiah Kuala, Zona II kantor cabang Teuku Nyak Arief, Zona III kantor cabang Teuku Umar dan Zona IV kantor cabang Sultan Iskandar Muda.

Kualitas air hasil produksi Water Treatment Plant (WTP) PDAM Tirta Daroy berdasarkan hasil laporan keuangan PDAM Tirta Daroy pada Tahun 2016 sudah berada di dalam kategori baik menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010. Namun, penurunan kualitas air PDAM terjadi pada saat tahap pendistribusian. Kualitas air pendistribusian juga akan mengalami penurunan apabila pelanggan menggunakan mesin pompa, hal itu dapat terjadi karena

adanya partikel diskrit yang berada di sekitar pipa yang akan masuk ke dalam pipa distribusi apabila terjadi kebocoran. Saat ini kuantitas aliran air distribusi baru mencapai 78% dan adapun aspek kontinuitas aliran air distribusi baru dirasakan oleh 90% pelanggan PDAM Tirta Daroy. Hal ini menjelaskan bahwa hingga saat ini PDAM Tirta Daroy belum memberikan pelayanan yang cukup memuaskan pada aspek kualitas, kuantitas, dan kontinuitas. Permasalahan yang terdapat pada wilayah distribusi air minum Zona I yang dikelola oleh PDAM Tirta Daroy adalah di beberapa daerah kawasan Zona I terjadi kekurangan dalam suplai air dan terdapat daerah juga yang dinilai debit dan tekanan yang dihasilkan kurang optimal, misalnya di daerah Gampong Lampulo, Gampong Kuta Alam, dan Gampong Mulia. Permasalahan yang terjadi berupa permasalahan kontinuitas dan kuantitas air yang belum mencukupi pada wilayah layanan Zona I ditambah dengan adanya pertumbuhan penduduk yang terus meningkat sehingga jumlah kebutuhan air juga meningkat, maka perlu dilakukan pengembangan pada sistem jaringan distribusi pada wilayah Zona I. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penelitian ini dilakukan guna mengembangkan sistem jaringan distribusi untuk Zona I PDAM Tirta Daroy untuk Tahun 2029 mendatang. Penelitian ini bertujuan agar jaringan distribusi pada wilayah Zona I mampu memenuhi kebutuhan debit serta tekanan yang optimal bagi pelanggan dan menyelesaikan permasalahan yang ada pada wilayah distribusi air minum Zona I yang dikelola oleh PDAM Tirta Daroy.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka permasalahan utama yang akan dikaji pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa nilai kebutuhan air total untuk wilayah Zona I PDAM Tirta Daroy di tiap gampong dalam mengupayakan pengembangan sistem jaringan distribusi untuk Tahun 2029?

2. Bagaimana pengembangan sistem jaringan distribusi untuk Tahun 2029 mendatang pada Zona I PDAM Tirta Daroy dalam pemenuhan kebutuhan debit dan tekanan optimal?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui berapa nilai kebutuhan air total untuk wilayah tiap gampong pada lokasi Zona I PDAM Tirta Daroy dalam mengupayakan pengembangan sistem jaringan distribusi untuk Tahun 2029 ke depan.
2. Mengetahui bagaimana pertimbangan di dalam pengembangan sistem jaringan distribusi untuk Tahun 2029 mendatang pada Zona I PDAM Tirta Daroy dalam pemenuhan kebutuhan debit dan tekanan optimal.

1.4. Manfaat Penelitian

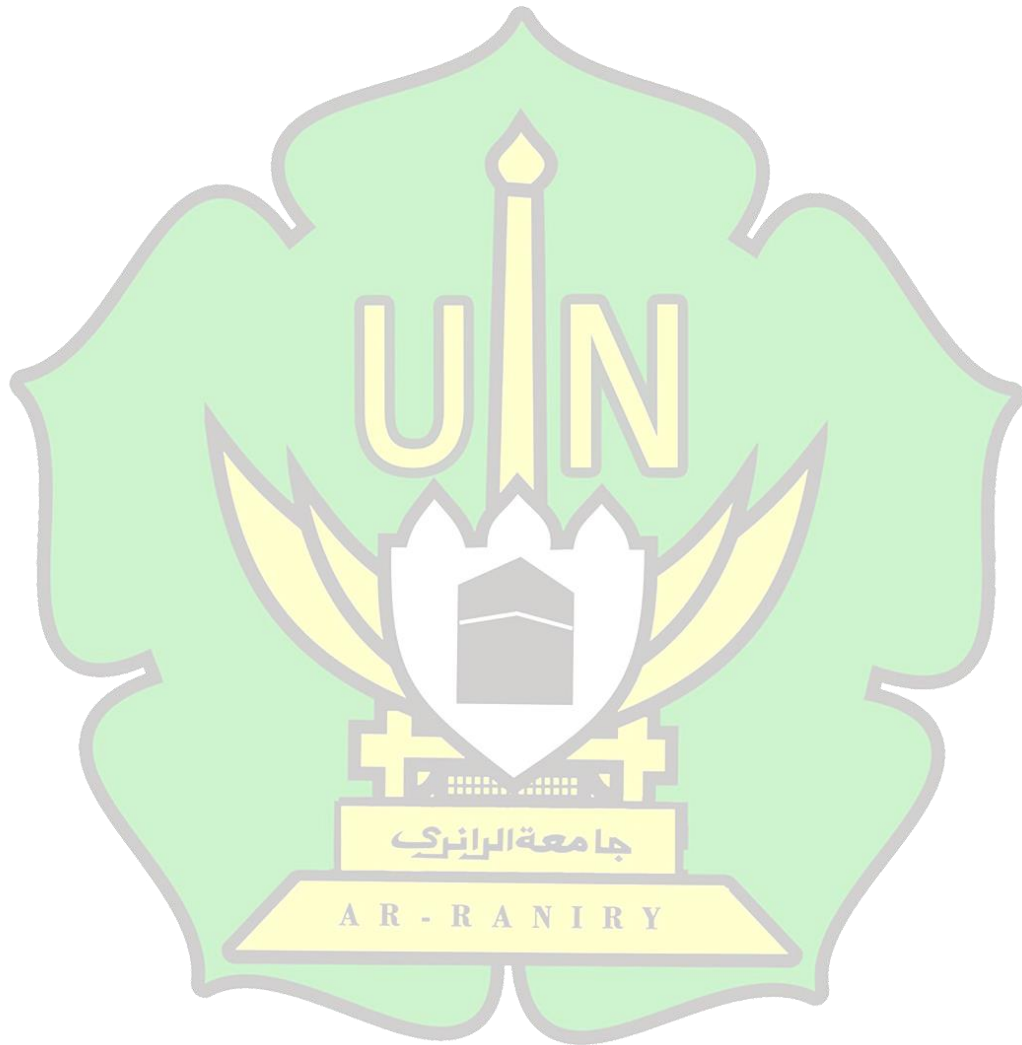
Berdasarkan tujuan dari penelitian ini, maka penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memperoleh informasi mengenai berapa nilai kebutuhan air total untuk wilayah Zona I PDAM Tirta Daroy di tiap gampong untuk mengupayakan pengembangan sistem jaringan distribusi untuk Tahun 2029
2. Penelitian ini diharapkan mampu menjadi bahan pertimbangan di dalam pengembangan sistem jaringan distribusi untuk Tahun 2029 mendatang pada Zona I PDAM Tirta Daroy dalam pemenuhan kebutuhan debit dan tekanan optimal.

1.5. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi untuk memfokuskan pada pengembangan sistem jaringan pipa distribusi di Zona I PDAM Tirta Daroy untuk Tahun 2029 mendatang dengan tanpa mengubah jenis (material) pipa dan tanpa memperhitungkan topografi wilayah penelitian. Penelitian ini dibatasi pada Zona I PDAM Tirta Daroy yang terdiri dari

Kecamatan Kuta Alam dan Kecamatan Syiah Kuala dengan tanpa menambah kemungkinan jaringan distribusi.



BAB II

LANDASAN TEORITIS

2.1. Sistem Penyediaan Air Minum

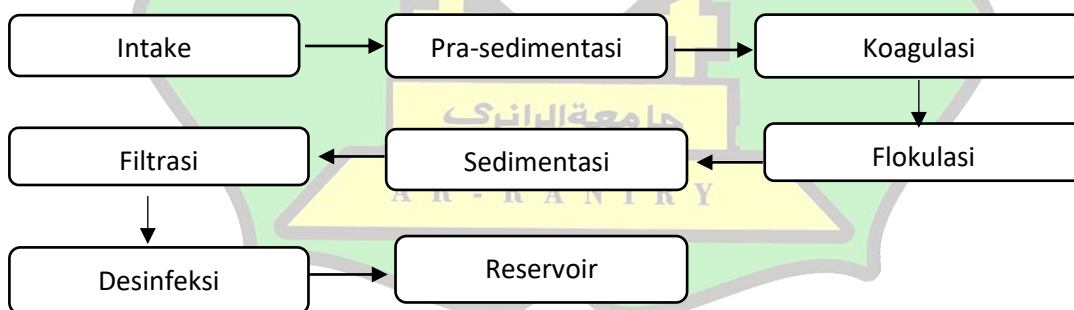
Prasarana yang memiliki pengaruh penting di dalam kehidupan, sehingga keberadaannya harus selalu tercukupi baik secara kualitas, kuantitas, serta kontinuitas adalah air bersih (Hadi, 1991). Kebutuhan akan air bersih dapat terpenuhi apabila sumber air baku dinilai mencukupi kebutuhan tersebut. Berdasarkan Undang-Undang tentang Sumber Daya Air yang terdapat pada Pasal 1 Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 menjelaskan bahwa air adalah segala sesuatu air yang terletak baik di atas, di bawah permukaan tanah. Adapun pengertian air baku menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2005 bahwa air baku adalah segala macam air dari berbagai sumber yang telah mencapai baku mutu tertentu sebagai syarat sebagai air baku untuk diminum. Kesimpulan mengenai air dan air baku adalah air yang berasal dari sumber manapun baik itu berasal dari cekungan maupun air permukaan yang akan di olah berdasarkan baku mutu tertentu hingga memenuhi syarat sebagai air bersih dan atau air minum untuk kebutuhan sehari-hari.

Serangkaian kegiatan dalam upaya melaksanakan pengembangan hingga pengelolaan berdasarkan manajemen untuk penyediaan air minum merupakan pengertian SPAM atau Sistem Penyediaan Air Minum yang sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015. Adapun kegiatan yang dilakukan sebagai penunjang pengembangan SPAM antara lain dengan memenuhi kualitas, kuantitas, dan kontinuitas air minum. SPAM umumnya memiliki manfaat yang sifatnya pengelolaan, meliputi operasi dan pemeliharaan hingga perbaikan apabila ada kerusakan atau gangguan, peningkatan sumber daya manusia hingga kelembagaan. Adapun tujuan dari terlaksananya SPAM menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015, antara lain sebagai berikut:

- a. Tercapainya hak masyarakat atas air, dengan tersedianya layanan atas air minum;
- b. Mewujudkan pengelolaan serta pelayanan air minum yang berkualitas dan memiliki harga yang terjangkau;
- c. Tercapainya keseimbangan antara pelanggan dan BUMN, BUMD, UPT, UPTD, kelompok masyarakat hingga badan usaha milik swasta; dan
- d. Mengupayakan terwujudnya penyelenggaraan atau penyediaan air minum yang efektif dan efisien.

2.2. Instalasi Pengolahan Air Minum

Instalasi Pengolahan Air Minum menurut Kawamura (1991) umumnya adalah sistem gabungan antara proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan desinfeksi hingga pengontrolan terhadap bangunan ini untuk mendapatkan air yang layak untuk dikonsumsi oleh pelanggan dalam keadaan cuaca apapun. Desain SPAM yang akan dibangun juga harus sederhana, efektif, efisien, tahan lama hingga memiliki pembiayaan yang terjangkau. Skema pengolahan air minum secara umum ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Skema Pengolahan Air Minum (Sumber: Priambodo, 2017)

Penyediaan air bersih bagi masyarakat merupakan tanggung jawab yang dipegang oleh PDAM sebagai Badan Usaha Milik Daerah yang bergerak di bidang

penyediaan air minum. Metode yang digunakan PDAM dalam pengelolaan air bersih adalah dengan pengolahan secara fisik dan kimia. Berdasarkan skema pengolahan air minum (lihat Gambar 2.1.), adapun unit-unit bangunan pengolahan air bersih yang dimiliki oleh PDAM umumnya adalah sebagai berikut:

1. Bangunan Intake

Menurut Winarni (2003) intake merupakan bangunan pengambilan air baku. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- a. Debit intake jauh lebih kecil dari debit sumber air baku
- b. Tinggi air minimum, maksimum dan sumber rata-rata dari sumber air baku
- c. Kecepatan aliran pada air permukaan/sungai bila digunakan air sungai
- d. Perhatikan kondisi lumpur yang terbawa

Bangunan intake merupakan sarana yang berguna dalam proses pengambilan air baku untuk di suplai menuju ke BPAM (Badan Pengelola Air Minum). Air baku yang telah disadap tersebut kemudian dialirkan ke IPA melalui pipa transmisi. Lokasi penempatannya di hulu sungai yang keadaan airnya stabil dan terhindar dari pencemaran langsung (Faradilla, 2014).

2. Bangunan Prasedimentasi

Partikel-partikel tersuspensi yang memiliki berat jenis yang nilainya lebih besar dari berat jenis air akan mengalami pengendapan pada bangunan prasedimentasi (Schultz dan Okun, 1992). Pengendapan dilakukan dengan melakukan penyimpanan air dalam jangka waktu tertentu. Penggunaan unit ini tergantung dari karakteristik air bakunya. Penghilangan padatan tersuspensi secara gravitasi dilakukan pada bangunan ini. Efisiensi proses dipengaruhi oleh ukuran partikel padatan tersuspensi yang akan dihilangkan dan tingkat pengendapannya masing-masing.

3. Koagulasi

Tahap koagulasi merupakan tahap pencampuran antara koagulan dengan air baku hingga mencapai homogen (Darmasetiawan, 2001; Sutrisno, 2002). Pada tahap ini juga terjadi destabilisasi koloid yang terdapat pada air baku, koloid yang telah kehilangan muatan akan tarik-menarik hingga membentuk gumpalan yang besar. Adapun factor pendukung keberhasilan proses koagulasi yaitu berdasarkan jenis koagulan yang digunakan, pembubuhan dosis koagulan dan proses pengadukan.

4. Flokulasi

Pada tahap ini flok-flok yang terbentuk menjadi bentuk yang lebih besar yang dipengaruhi oleh kekeruhan, padatan tersuspensi, bahan koagulan yang digunakan, pH, alkalinitas hingga durasi pengadukan (Sutrisno, 2002).

5. Sedimentasi

Pemisahan partikel yang terjadi secara gravitasi disebut dengan sedimentasi (Darmasetiawan, 2001; Peavy, 1985; Reynolds, 1977). Golongan kandungan zat padat yang mengalami pengendapan tersebut dibagi menjadi pengendapan diskrit, pengendapan flokulen, pengendapan *zone*, hingga pengendapan tertekan atau kompresi

6. Filtrasi

Pada proses ini air hasil proses sedimentasi dialirkan melalui media berbentuk pasir, berupa pengayakan (*straining*), pengendapan antar butir, flokulasi antar butir, dan proses biologis. Filtrasi berdasarkan segi desain kecepatan yang digunakan dibagi menjadi dua jenis yaitu saringan pasir lambat dan saringan pasir cepat dengan tekanan (Darmasetiawan, 2001).

7. Desinfeksi

Upaya yang dilakukan untuk membunuh bakteri yang bersifat patogen pada air minum disebut dengan desinfeksi (Sutrisno, 2002).

Upaya desinfeksi yang dilakukan di dalam air adalah dengan proses pemanasan ion-ion logam dengan *copper* dan silver, penyinaran UV, penggunaan desinfektan asam atau basa, senyawa-senyawa kimia, dan melalui proses khlorinasi.

8. Reservoir dan Pompa

Fungsi reservoir yang digunakan dalam sistem distribusi menurut Fair et. al (1956) adalah untuk membantu menyeimbangkan debit pengaliran, mempertahankan tekanan, danantisipasi pada keadaan darurat. Pompa dengan reservoir memiliki kaitan yang sangat erat kaitannya dengan jaringan pipa distribusi. Menurut Hicks (1996) alat yang digunakan untuk memudahkan proses pemindahan fluida dari suatu tempat ke tempat lain dengan konversi energi mekanik menjadi kinetik merupakan pengertian dari pompa. Energi mekanik digunakan untuk meningkatkan kecepatan, tekanan, hingga elevasi. Pompa bekerja dengan membuat perbedaan pada bagian hisap (*suction*) dan bagian tekan (*discharge*), perbedaan itupun yang membuat fluida dapat terhisap dan berpindah dari reservoir menuju pelanggan melalui jaringan pipa distribusi.

2.3. Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk adalah sebuah prediksi dengan asumsi yang sifatnya rasional cenderung pada masa yang akan datang dengan perhitungan matematik dan peralatan statistik (Junaidi, 2010).

Menurut Napitulu dkk (2016) penentuan jumlah penduduk setiap tahunnya sangat erat hubungannya dengan sebuah perencanaan atas suatu sistem. Berikut metode-metode yang digunakan dalam penentuan jumlah penduduk.

1. Metode Aritmatik

Metode perhitungan dengan cara aritmatika didasarkan pada kenaikan rata-rata jumlah penduduk dengan menggunakan data terakhir dan rata-rata sebelumnya. Rumus yang dapat digunakan yaitu: (Ditjen Cipta Karya, 1996)

$$P_n = P_o + a \cdot n \quad (2.1)$$

Keterangan:

- P_n : jumlah penduduk pada tahun proyeksi (jiwa)
 P_o : jumlah penduduk pada tahun dasar (jiwa)
 a : rata-rata pertambahan jumlah penduduk (jiwa/tahun)
 n : kurun waktu proyeksi (tahun)

2. Metode Geometrik

Perhitungan perkembangan populasi berdasarkan pada angka kenaikan penduduk rata-rata pertahun. Presentase pertumbuhan penduduk rata-rata dapat dihitung dari data sensus tahun sebelumnya. Rumus yang dapat digunakan yaitu: (Ditjen Cipta Karya, 1996)

$$P_n = P_o (1 + r)^n \quad (2.2)$$

Keterangan:

- P_n : jumlah penduduk pada tahun proyeksi (jiwa)
 P_o : jumlah penduduk pada tahun dasar (jiwa)
 a : rata-rata pertambahan penduduk (%)
 n : selisih antara tahun proyeksi dan tahun dasar (tahun)

3. Metode *Least Square*

Metode ini umumnya digunakan pada daerah yang tingkat pertumbuhan penduduknya cukup tinggi. Perhitungan pertumbuhan jumlah penduduk dengan metode ini didasarkan pada data tahun-tahun sebelumnya dengan menganggap bahwa pertumbuhan jumlah penduduk suatu daerah disebabkan oleh kematian, kelahiran, dan migrasi. Rumus yang dapat digunakan yaitu: (Ditjen Cipta Karya, 1996)

$$P_n = a + b \cdot x \quad (2.3)$$

Keterangan:

P_n : jumlah penduduk pada tahun proyeksi (jiwa)

$$a : \frac{\sum y \cdot \sum x^2 - \sum x \cdot \sum (x \cdot y)}{N \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b : \frac{N \cdot \sum (x \cdot y) - \sum x \cdot \sum y}{N \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

2.4. Perhitungan Kebutuhan Air

Kebutuhan air merupakan penunjang segala bentuk aktivitas manusia (Kodoatie, 2008). Hal-hal yang perlu diperhatikan terkait kebutuhan akan air bersih antara lain misalnya kebutuhan akan air bersih tiap kota memiliki perbedaan, umumnya kebutuhan air untuk penduduk perkotaan berkisar antara 80 liter sampai 150 liter per orang per hari. Menurut Linsley (1986) adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan akan air bersih, yaitu sebagai berikut:

1. Iklim

Kebutuhan air untuk sehari-hari dipengaruhi oleh iklim tertentu, misalnya pada saat iklim yang sifatnya hangat, tentu penggunaan air menjadi lebih besar dibandingkan pada musim dengan iklim dingin.

2. Ciri-ciri Penduduk

Pemakaian air oleh pelanggan dipengaruhi juga oleh status ekonominya, pelanggan dengan ekonomi menengah ke bawah lazimnya menggunakan air jauh lebih rendah dengan pelanggan yang memiliki ekonomi menengah ke atas. Hal begitu juga berlaku pada daerah dengan penduduk yang peduli lingkungan, hingga menghasilkan limbah minim, seringkali pada daerah tersebut konsumsi air sangat rendah hanya sebesar 40 liter/kapita per hari.

3. Masalah Lingkungan Hidup

Adanya perhatian masyarakat yang secara berlebihan mengarah pada pemakaian teknologi-teknologi yang modern mempengaruhi jumlah pemakaian air di daerah tersebut.

4. Keberadaan Industri dan Perdagangan

Kebutuhan air per kapita suatu kota juga dipengaruhi karena adanya industri dan perdagangan, karena air merupakan sarana pendukung dalam segala bentuk proses produksi

5. Iuran Air dan Meteran

Penurunan penggunaan air hingga sebanyak 40 persen terjadi setelah adanya pemasangan meteran oleh kelompok-kelompok masyarakat. Para pelanggan yang jatah airnya diukur dengan meteran akan cenderung jarang menggunakan air untuk menghemat biaya iuran yang akan dikeluarkan

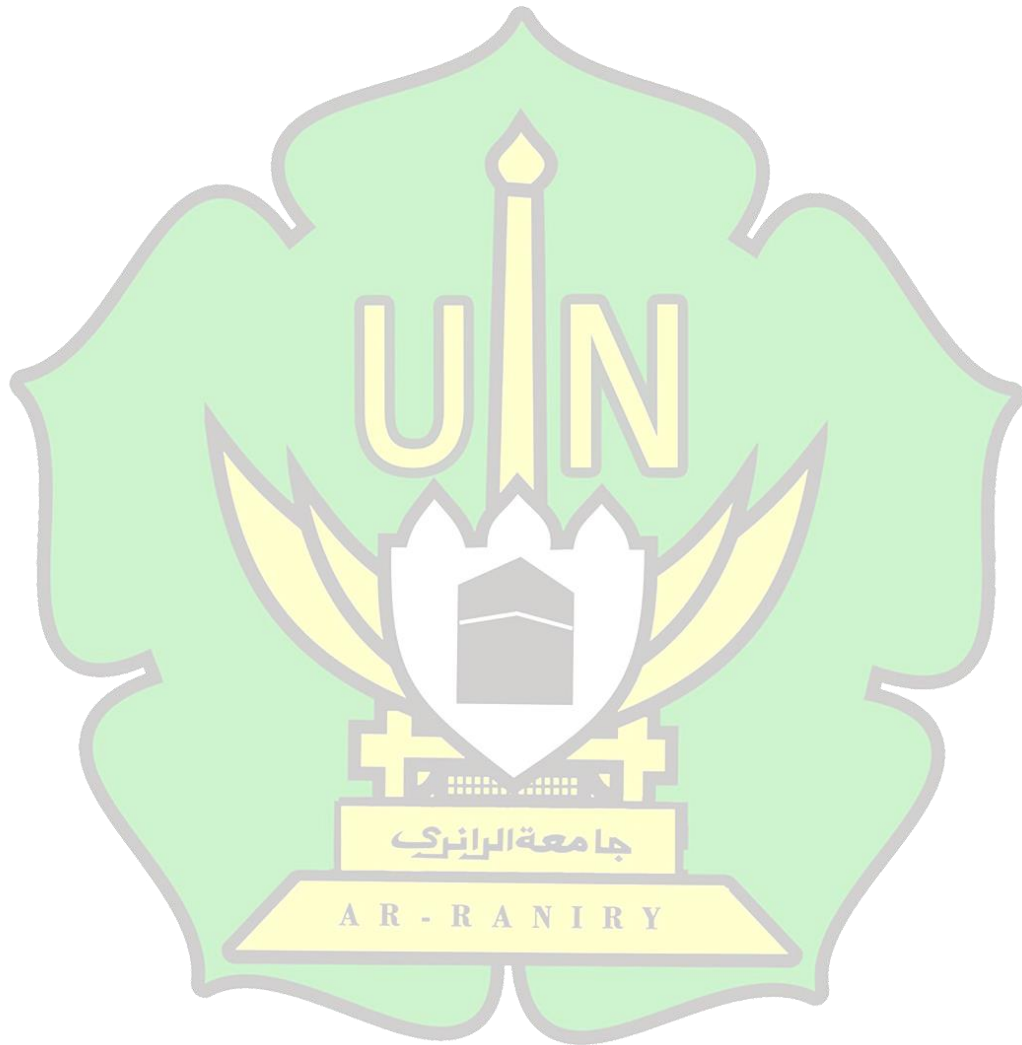
6. Ukuran Kota

Kota besar umumnya lebih besar dalam hal kebutuhan air, seperti halnya di kota besar banyak terdapat industri, banyak taman, dan sering kali pemborosan air terjadi di kota-kota besar.

2.4.1. Standar Kebutuhan Air Domestik

Standar dalam kebutuhan air pada lingkup kegiatan domestik menurut Susana (2012) dipengaruhi oleh variasi tingkat perekonomian konsumen, umumnya berkisar

50 liter sampai 250 liter per orang tiap harinya untuk keperluan memasak, mencuci, dan keperluan lainnya. Besaran nilai kebutuhan air untuk keperluan domestik dapat dilihat pada Tabel 2.1.



Tabel 2.1. Kriteria Perencanaan Air Bersih dan Standar Kebutuhan Air Domestik

No.	URAIAN/KRITERIA	KATEGORI KOTA BERDASARKAN				
		>1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	<20.000
		Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
1	Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (ltr/org/hari)	>150	150 – 120	90 - 120	80 - 120	60 - 80
2	Konsumsi Unit Hidran Umum (HU) (ltr/org/hari)	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40
3	Faktor hari maksimum	1.15 – 1.25 *harian	1.15 – 1.25 *harian	1.15 – 1.25 *harian	1.15 – 1.25 *harian	1.15 – 1.25 *harian
4	Faktor jam puncak	1.75 – 2.0 *hari maks	1.75 – 2.0 *hari maks	1.75 – 2.0 *hari maks	1.75 – 2.0 *hari maks	1.75 – 2.0 *hari maks
5	Jumlah jiwa per SR (Jiwa)	5	5	5	5	5
6	Jumlah Jiwa per HU (Jiwa)	100	100	100	100-200	200
7	Sisa tekan di penyediaan distribusi (meter)	10	10	10	10	10
8	Jam operasi (jam)	24	24	24	24	24
9	Volume reservoir (% <i>max day demand</i>)	15 - 25	15 - 25	15 - 25	15 - 25	15 - 25
10	SR : HU	50 : 50 s/d 80 : 20	50 : 50 s/d 80 : 20	80 : 20	70 : 30	70 : 30

Sumber: Ditjen Cipta Karya Dinas PU (1996)

Standar perhitungan kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan jumlah pemakai air kebutuhan rata-rata setiap pemakai setelah ditambahkan 20% sebagai faktor kehilangan air (kebocoran). Kebutuhan domestik air ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut: (Dinas Pekerjaan Umum, 1996)

$$Q = P \times q \quad (2.4)$$

$$Q_{md} = Q \times f_{md} \quad (2.5)$$

Dimana:

Q_{md} = kebutuhan air (liter/hari)

q = konsumsi air per orang per hari (liter/orang/hari)

P = jumlah jiwa yang akan dilayani sesuai tahun perencanaan (jiwa)

f_{md} = faktor maksimum (1,05—1,15)

2.4.2. Standar Kebutuhan Air Non-Domestik

Menurut Ditjen Cipta Karya (1996) standar kebutuhan air non-domestik atau keperluan di luar keperluan rumah tangga, antara lain sebagai berikut:

- **Penggunaan Komersil dan Industri**

Penggunaan air komersil dan industri seperti halnya perkantoran, pusat perbelanjaan, pabrik dan lain-lain yang berhubungan erat dengan kegiatan produksi, jumlah serapan tenaga kerja hingga luasan lahan

- **Penggunaan Umum**

Penggunaan umum digunakan untuk keperluan sarana dan prasarana umum seperti halnya rumah sakit, bangunan-bangunan pemerintahan, sarana ibadah, dan lain-lain.

Adapun kebutuhan air untuk kebutuhan non domestik dapat dilihat pada Tabel 2.2. sampai dengan 2.4.

Tabel 2.2. Kriteria dan Standar Kebutuhan Air Non Domestik Untuk Kota
Kategori I, II, III, IV

Sektor	Nilai	Satuan
Sekolah	10	liter/murid/hari
Rumah sakit	200	liter/bed/hari
Puskesmas	2000	liter/unit/hari
Masjid	3000	liter/unit/hari
Kantor	10	liter/pegawai/hari
Pasar	12000	liter/hektar/hari
Hotel	150	liter/bed/hari
Rumah Makan	100	liter/tempat duduk/hari
Komplek Militer	60	liter/orang/hari
Kawasan Industri	0,2 – 0,8	liter/detik/hektar
Kawasan Pariwisata	0,1 – 0,3	liter/detik/hektar

Sumber: Ditjen Cipta Karya Dinas PU (1996)

Tabel 2.3. Kriteria dan Standar Kebutuhan Air Non Domestik untuk Kategori V
(Desa)

Sektor	Nilai	Satuan
Sekolah	5	liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	liter/bed/hari
Puskesmas	1200	liter/unit/hari
Masjid	3000	liter/unit/hari
Mushola	2000	liter/unit/hari
Pasar	12000	liter/hektar/hari
Komersial/Industri	10	liter/hari

Sumber: Ditjen Cipta Karya Dinas PU (1996)

Tabel 2.4. Kebutuhan Air Non Domestik untuk Kategori Lain

Sektor	Nilai	Satuan
Lapangan Terbang	10	liter/orang/detik
Pelabuhan	50	liter/orang/detik
Stasiun KA dan Terminal Bus	10	liter/orang/detik
Kawasan Industri	0,75	liter/detik/hektar

Sumber: Ditjen Cipta Karya Dinas PU (1996)

Adapun perhitungan untuk menentukan kebutuhan air non domestik total dapat dihitung dengan berdasarkan jumlah kebutuhan air masing-masing fasilitas non domestik dengan menggunakan standar nilai (P) kemudian dikalikan dengan data variabel sebenar-benarnya di lapangan sesuai dengan fasilitas non domestik yang ingin ditentukan (Ditjen Cipta Karya Dinas Pekerjaan Umum, 1996).

$$Q = P \times N \quad (2.6)$$

Keterangan:

Q = Kebutuhan air (litr/hr)

P = Standar nilai per satuan variabel tertentu

N = Kuantitas data variabel tertentu

2.5. Jaringan Pipa Distribusi

2.5.1. Definisi

Upaya untuk mengalirkan suatu fluida atau zat cair dari suatu tempat menuju tempat lain berdasar pada keadaan topografi maupun jarak yang berbeda sehingga akan memungkinkan tingkat kesulitan yang berbeda-beda dan menimbulkan biaya operasional yang juga berbeda merupakan fungsi dari adanya sistem perpipaan, hal ini dijelaskan pula oleh Triatmodjo (1995) bahwa bagian yang paling mahal dalam SPAM adalah sistem perpipaan distribusi dikarenakan fungsinya yang sangat penting dalam

proses penyediaan air minum. Perencanaan untuk sistem perpipaan dibutuhkan ketelitian agar tercapainya sistem distribusi yang efektif dan efisien, dengan memberikan perhatian lebih terhadap jumlah debit air yang akan disediakan berdasarkan jumlah penduduk dan jenis industri yang akan dilayani. Adapun kriteria pipa distribusi dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Kriteria Pipa Distribusi

No	Uraian	Notasi	Kriteria
1	Debit perencanaan	Q puncak	Kebutuhan air jam puncak $Q_{\text{peak}} = F_{\text{peak}} \times Q_{\text{rata-rata}}$
2	Faktor jam puncak	F Puncak	1,15 - 3
3	Kecepatan aliran air dalam pipa		
	a) Kecepatan minimum	V min	0,3 – 0,6 m/det
	b) Kecepatan maksimum		
	Pipa PVC atau ACP	V max	3,0 – 4,5 m/det
	Pipa baja atau DCIP	V max	6,0 m/det
4	Tekanan air dalam pipa		
	a) Tekanan minimum	h min	(0,5 – 1,0) atm, pada titik jangkauan pelayanan terjauh.
	b) Tekanan maksimum		
	- Pipa PVC atau ACP	h max	6 – 8 atm
	- Pipa baja atau DCIP	h max	10 atm
	- Pipa PE 100	h max	12,4 MPa
	- Pipa PE 80	h max	9,0 MPa

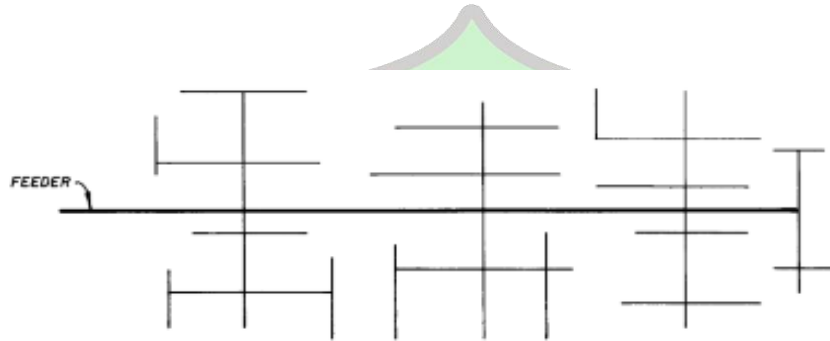
Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18 Tahun 2007

2.5.2. Sistem Pipa Distribusi

Terdapat 3 (tiga) metode dalam jaringan pipa secara umum menurut Al-Layla (1980) antara lain sebagai berikut:

1. Sistem cabang

Sistem ini berbentuk seperti hal nya cabang pada sebuah pohon, cabang-cabang tersebut mewakili sistem pipa utama, sekunder yang dihubungkan langsung dengan gedung. Sistem pipa distribusi sistem percabangan ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Pipa Distribusi Sistem percabangan

2. Sistem *Grid Iron*

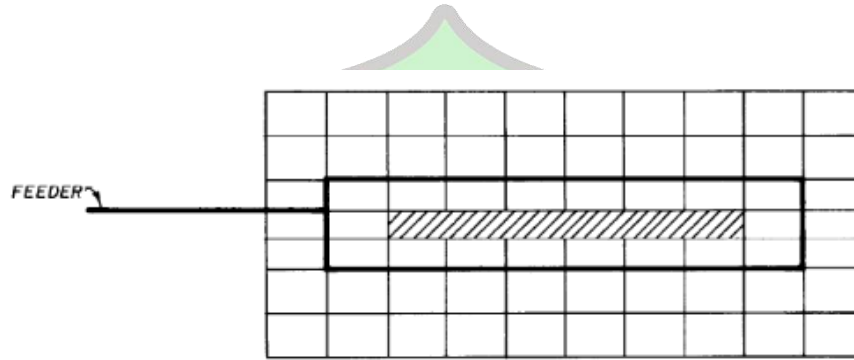
Pada sistem ini semuanya tersambung tidak ada bagian yang terputus di ujungnya. Air dapat mengalir menjangkau seluruh tempat. Sistem pipa distribusi *Grid Iron* ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Pipa Distribusi Sistem *Grid Iron*

3. Sistem melingkar

Pada sistem ini terdapat *Loop* dengan fungsi menambah tekanan untuk daerah pelayanan tertentu, pada daerah yang sifatnya strategis seperti kota tekanannya dapat bertambah naik. Sistem pipa distribusi sistem melingkar ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Pipa Distribusi Sistem Melingkar

2.5.3. Diameter Pipa Distribusi

Secara umum aliran pada jam puncak dengan sisa tekanan minimum pada jalur distribusi dapat menentukan ukuran diameter pipa pada jaringan distribusi berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18 Tahun 2007, misalnya pada saat terjadi keadaan darurat seperti halnya kebakaran, jaringan mampu mengalirkan kebutuhan air maksimum harian dengan tiga buah hidran masing-masingnya dengan kapasitas 250 gpm dengan jarak antar hidran 300 m. Jumlah penduduk wilayah terlayani mempengaruhi faktor jam puncak terhadap debit rata-rata sebagai pendekatan perencanaan dapat dilihat pada Tabel 2.6. Adapun ukuran diameter pipa distribusi dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.6. Faktor Jam Puncak untuk Perhitungan Jaringan Pipa Distribusi

Faktor	Pipa Distribusi Utama	Pipa Distribusi Pembawa	Pipa Distribusi Pembagi
Jam puncak	1,15 – 1,7	2	3

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18 Tahun 2007

Tabel 2.7. Ukuran Diameter Pipa Distribusi

Cakupan Sistem	Pipa Distribusi Utama	Pipa Distribusi Pembawa	Pipa Distribusi Pembagi	Pipa Pelayanan
Sistem Kecamatan	≥ 100 mm	75 – 100 mm	75 mm	50 mm
Sistem Kota	≥ 150 mm	100 – 150 mm	75 – 100 mm	50 – 75 mm

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18 Tahun 2007

2.6. Kehilangan Energi Pada Pipa

Kerugian-kerugian dalam aliran pipa (head) atau *Head Losses* menurut Maukari dkk. (2016) terdiri dari *major losses* dan *minor losses* sebagai berikut:

$$h_l = h_f + h_m \quad (2.7)$$

di mana:

h_l = kehilangan tinggi total (m).

h_f = kehilangan tinggi karena tahanan oleh permukaan pipa (m).

h_m = kehilangan tinggi karena tahanan oleh bentuk pipa (m).

2.6.1. Kehilangan tinggi besar (*Major losses*)

Adapun untuk mengetahui kehilangan energi yang diakibatkan oleh gesekan dengan dinding pada aliran seragam menurut Maukari dkk. (2016) dapat diperoleh nilainya menggunakan Persamaan *Darcy-Weisbach* sebagai berikut:

$$h_f = f \frac{L V^2}{d 2g} \quad (2.8)$$

di mana:

h_f = Kehilangan energi oleh tahanan permukaan pipa (m)

f = Koefisien tahanan permukaan pipa atau dikenal dengan *Darcy-Weisbach* faktor gesekan

L = Panjang pipa (m)

d = Diameter pipa (m)

V = Kecepatan aliran (m/dtk)

g = Percepatan gravitasi (m/dtk²)

2.6.2. Kehilangan energi karena tahanan oleh bentuk pipa (*minor losses*)

Kejadian kehilangan energi dapat bersumber dari beberapa hal (Kodoatie, 2002:245). Aliran normal atau gangguan local pada pipa juga dapat mempengaruhi kehilangan energi. Terdapat beberapa gangguan local yang lazim terjadi antara lain: lubang masuk dan keluar ke dan dari dalam pipa, adanya perubahan bentuk penampang yang mengalami penyempitan dan pembesaran secara tiba-tiba, belokan pipa, halangan berupa pintu air dan perlengkapan pipa (seperti: sambungan, katup, dan percabangan). Adapun penyempitan pipa dapat dilihat pada Gambar 2.5.

- 1) Kehilangan energi akibat penyempitan (*contraction*)

$$h_c = k_c \frac{V_2^2}{2g} \quad (2.9)$$

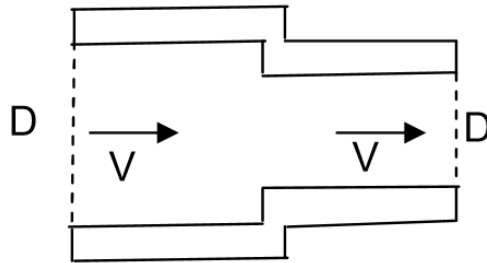
di mana:

h_c = kehilangan energi akibat penyempitan tampang (m)

k_c = koefisien kehilangan energi akibat penyempitan tampang

V_2 = kecepatan aliran dengan d_2 (m/dtk) (di hilir penyempitan)

g = percepatan gravitasi (9.81 m/dtk²)



Gambar 2.5. Penyempitan Pipa

- 2) Kehilangan energi akibat pembesaran tampang (*expansion*) (Kodoatie, 2002:246)

$$h_e = k_e \frac{V_2^2}{2g} \quad (2.10)$$

di mana:

h_e = kehilangan energi akibat penyempitan tampang (m)

k_e = koefisien kehilangan energi akibat penyempitan tampang

V_2 = kecepatan aliran dengan d_2 (m/dtk) (di hilir penyempitan)

g = percepatan gravitasi (9.81 m/dtk²)

$$k_e = \left(\frac{A_2}{A_1} - 1 \right)^2 \quad (2.11)$$

di mana:

k_e = koefisien kehilangan energi akibat pembesaran tampang

A_2 = luas penampang pipa 2 (m²)

A_1 = luas penampang pipa 1 (m²)

- 3) Triadmodjo (1995) di dalam bukunya juga menjelaskan mengenai kehilangan energi akibat belokan, pada belokan digunakan persamaan berikut:

$$h_b = n k_b \frac{v^2}{2g} \quad (2.12)$$

di mana:

h_b = kehilangan energi akibat belokan pipa (m)

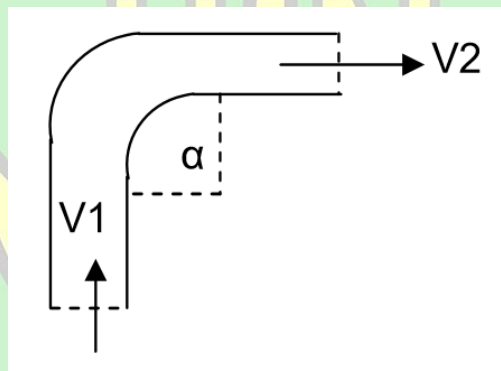
n = jumlah belokan

k_b = koefisien kehilangan pada belokan pipa

V = kecepatan aliran dalam pipa (m/dtk)

g = percepatan gravitasi (m/dtk²)

Belokan pada pipa itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Belokan Pada Pipa

4) Kehilangan energi akibat katup (*valve*)

Pemasangan katup pada instalasi menurut Kodoatie (1996) berfungsi sebagai pengontrolan kapasitas, tetapi adakalanya pemasangan katup tersebut dapat menyebabkan kerugian energi aliran karena alirannya diperkecil. Berikut perhitungan untuk mengetahui kehilangan energi akibat adanya pemasangan katup adalah sebagai berikut:

$$h_v = n k_v \frac{v^2}{2g} \quad (2.13)$$

di mana:

h_v = kehilangan energi akibat katup/valve (m)

n = jumlah katup/valve

k_v = koefisien kehilangan energi akibat katup/valve

V = kecepatan aliran (m/dtk)

2.7. Model Penyediaan Sarana Air Bersih Sistem Perpipaan

Persyaratan yang harus dipenuhi dalam penyusunan perencanaan sistem perpipaan diatur di dalam Buku saku Pelayanan Air Bersih Departemen Kesehatan Republik Indonesia (2008) adalah sebagai berikut:

1. Tersedianya peta dasar, serta memuat perihal data air baku dan data pengukuran debit air baku;
2. Hasil dari desain perencanaan sistem air bersih perpipaan pedesaan harus memenuhi syarat-syarat teknis air bersih yang sedang berlaku; dan
3. Hasil perencanaan sistem harus merupakan hasil yang terbaik, termudah dan termurah yakni efektif dan efisien dengan pendanaan terjangkau.

Tahapan dalam perencanaan sistem perpipaan yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Tinjau kelayakan kualitas dan kuantitas setiap alternatif sumber air sesuai dengan diagram untuk pemilihan teknologi penyediaan air bersih perpipaan desa
2. Rencanakan sistem perpipaan transmisi dan perpipaan distribusi dengan tahapan:
 - a. Petakan jalur pipa transmisi dan jalur distribusi yang telah dilengkapi pula dengan sungai, jalan, bangunan rumah, kantor, masjid, gereja, jembatan, dll sehingga merupakan peta desa.
 - b. Peta desa yang telah tergambarkan dibuat blok-blok perumahan dan dibuat tanda pada posisi bangunan penting yaitu sekolah, masjid, gereja, kantor.

- c. Buat peta letak jaringan pipa lengkap dengan bangunan pelengkap yang diperlukan sampai dengan titik penempatan bangunan pelayanan
3. Tentukan jenis pipa sesuai kriteria design.
4. Tentukan diameter pipa.
5. Penentuan diameter pipa dan perhitungan hidrolis menggunakan program yang sudah baku.

Pada penelitian dengan melakukan analisa jaringan perpipaan distribusi air bersih menurut Amin (2011) perlu adanya dukungan untuk memudahkan melakukan analisa seperti halnya program EPANET 2.0, WaterCad 8.0, dan Pipe Flow Expert 2010. Umumnya dalam kegiatan analisis jaringan perpipaan digunakan *software* EPANET 2.0 karena dinilai mudah didapatkan dan digunakan meskipun dengan komputer yang tidak memiliki spesifikasi tinggi.

2.8. Software EPANET 2.0

EPANET merupakan program yang dikembangkan oleh U.S. Environmental Protection Agency (EPA) pada jaringan komputer (Rasooli, 2016). EPANET memiliki keunggulan dalam menganalisis jaringan distribusi seperti halnya laju aliran dengan menggunakan metode linear, dan kehilangan tekanan akibat gesekan dihitung dengan menggunakan rumus *Hazen William*, *Darcy-Weisbach*, dan *Manning*. EPANET juga mampu mensimulasikan bagaimana kualitas air di dalam jaringan pipa bertekanan dan melakukan simulasi dengan sistem hidrolik. Menurut Ramana (2015), mempertimbangkan *minor losses*, menduplikasi variasi tuntutan dari waktu ke waktu serta menyelesaikan pola permintaan yang berbeda untuk setiap node merupakan kemampuan yang dimiliki oleh *software* EPANET 2.0. Berikut penjelasan rumus *Hazen William*, *Darcy-Weisbach*, dan *Manning* yang digunakan di dalam perhitungan kehilangan tekanan akibat gesekan.

1) *Darcy-Weisbach*

$$h_f = f \frac{L V^2}{d 2g} \quad (2.14)$$

Keterangan:

h_f = Kehilangan energi oleh tahanan permukaan pipa (m)

f = Koefisien tahanan permukaan pipa atau dikenal dengan Darcy–Weisbach faktor gesekan

L = Panjang pipa (m)

d = Diameter pipa (m)

V = Kecepatan aliran (m/dtk)

g = Percepatan gravitasi (m/dtk²)

2) *Hazen William*

$$h_l = \left(\frac{Q}{0.2785 \cdot C \cdot d^{2.63}} \right)^{1.85} \cdot L \quad (2.15)$$

Keterangan:

C = koefisien Hazen William

H_l = kehilangan tekanan

D = diameter pipa

Q = laju aliran

L = Panjang pipa

3) *Manning*

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (2.16)$$

$$S = \frac{h_l}{L}, R = \frac{A}{P} \quad (2.17)$$

Keterangan:

V = kecepatan aliran

n = koefisien *Manning*

R = jari-jari hidrolis

S = *slope*/kemiringan

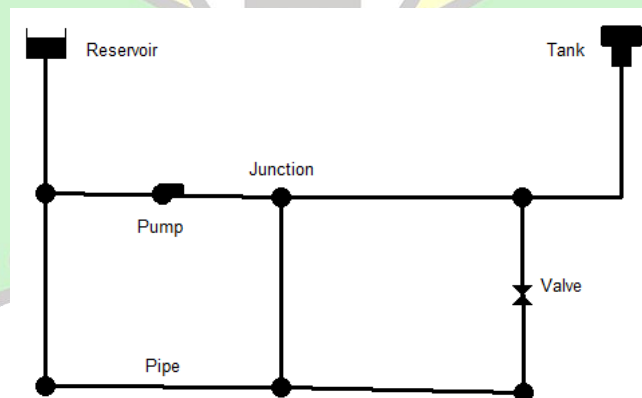
H_f = *headloss*

L = panjang saluran

A = luas penampang basah saluran

P = keliling penampang basah saluran

Pemodelan sistem distribusi yang diberikan oleh komponen fisik dari EPANET dapat berupa kumpulan garis yang menghubungkan *node-node* (Rossman, 2000). Gambaran pipa, pompa hingga katup kontrol digambarkan dengan bentuk garis-garis. Adapun sambungan, tangki, dan reservoir diilustrasikan dengan *node*. Berikut bagaimana ilustrasi *node* dan garis dapat dihubungkan hingga membentuk suatu jaringan. Berikut contoh gambaran komponen fisik pada sistem distribusi air pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Komponen Fisik Pada Sistem Jaringan Distribusi Air (Sumber: Rossman, 2000)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

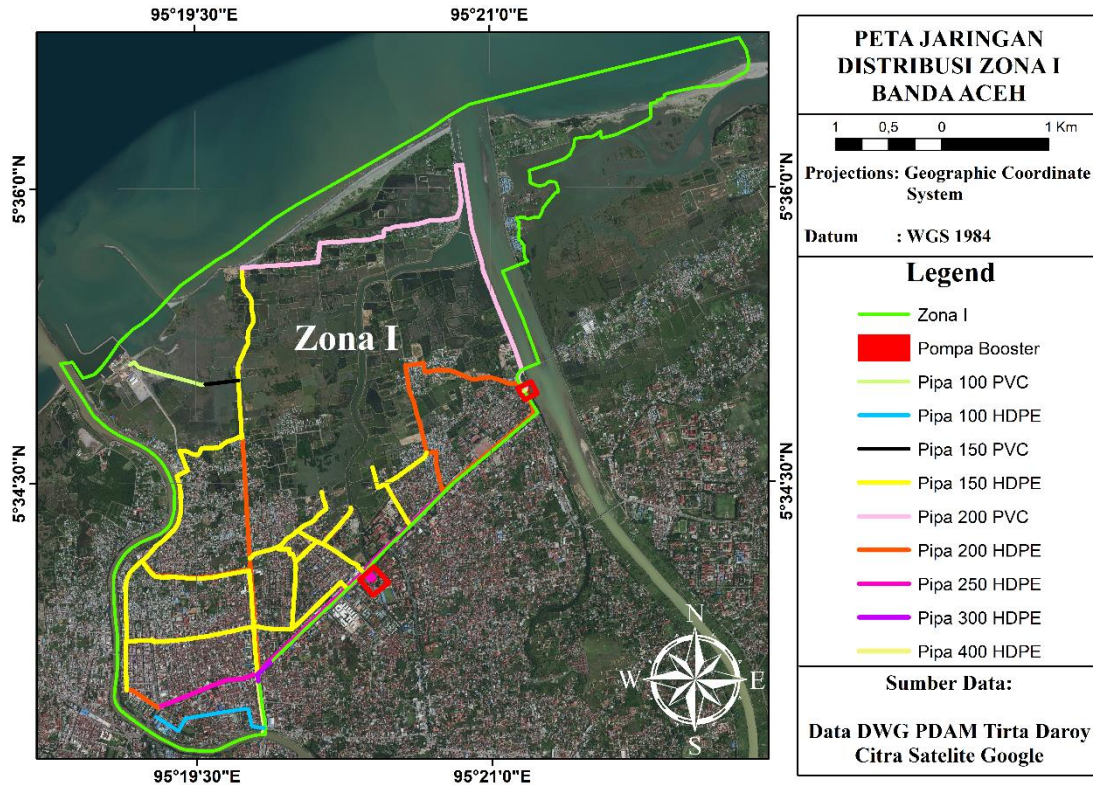
3.1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan kuantitatif. Pendekatan dengan metode ini dilakukan dengan pengembangan sistem jaringan distribusi pada Zona I PDAM Tirta Daroy. Upaya yang dilakukan pertama kali adalah dengan melakukan proyeksi penduduk untuk Tahun 2029 pada wilayah lokasi yang akan dijadikan lokasi penelitian. Selanjutnya dapat diketahui jumlah debit dan tekanan yang optimal berdasarkan perhitungan dan analisis yang dilakukan pada software EPANET 2.0.

3.2. Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilakukan selama tiga bulan terhitung dari bulan Agustus 2019 hingga November 2019. Lokasi penelitian dilakukan di Banda Aceh, dengan melakukan pengambilan data baik data primer dan data sekunder di Kantor PDAM Tirta Daroy. Lokasi yang dianalisis adalah wilayah layanan Zona I yang terbagi menjadi dua kecamatan, yaitu Kecamatan Kuta Alam dan Kecamatan Syiah Kuala. Kecamatan Kuta Alam memiliki sembilan gampong (kelurahan) yang masuk ke dalam wilayah layanan Zona I antara lain Gampong Keuramat, Laksana, Lamdingin, Mulia, Kuta Alam, Lambaro Skep, Bandar Baru, Lampulo, dan Peunayong. Adapun untuk Kecamatan Syiah Kuala memiliki empat gampong yang ada di wilayah layanan Zona I yaitu Gampong Deah Raya, Tibang, Alue Naga, dan Jeulingke.

Analisis data dan pengolahan data terkait capaian debit dan tekanan yang optimal dari reservoir ke pelanggan, dilakukan di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Peta jaringan distribusi Zona I Banda Aceh ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Peta Jaringan Distribusi Zona I Banda Aceh

3.3. Metode Pengambilan Data

Pada penelitian ini dibutuhkan data-data valid sebagai penunjang keberhasilan dalam penelitian. Adapun data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data sekunder sebagai berikut:

- 1) data eksisting jaringan pipa distribusi air minum zona IV Banda Aceh yang diperoleh dari PDAM Tirta Daroy
- 2) data konsumsi pelanggan di Zona IV Banda Aceh yang diperoleh dari PDAM Tirta Daroy

3.4. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa perangkat lunak berupa *Software* EPANET 2.0. dan adapun *software* pendukung yang digunakan adalah

software ArcGis 10.2 dan AutoCad sebagai upaya pengembangan sistem jaringan pipa distribusi di Zona I PDAM Tirta Daroy untuk Tahun 2029 mendatang.

3.5. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini merupakan penjelasan lengkap tahapan proses penelitian (lihat Gambar 3.2.). Penelitian ini dilakukan untuk melakukan upaya pengembangan sistem jaringan pipa distribusi di Zona I PDAM Tirta Daroy untuk Tahun 2029 mendatang. Adapun penjelasan mengenai tahapan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan

Adapun persiapan-persiapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mengidentifikasi permasalahan yang terdapat di Kota Banda Aceh terkait jaringan distribusi.
- 2) Mempersiapkan perizinan kepada pihak kampus dan juga pihak instansi terkait pengambilan judul dan data-data yang akan diperlukan
- 3) Data hasil wawancara kepada pihak PDAM Tirta Daroy
- 4) Data kondisi eksisting jaringan distribusi pada Zona I Kota Banda Aceh
- 5) Data konsumsi pelanggan
- 6) Data hasil proyeksi jumlah penduduk pada Zona I Kota Banda Aceh

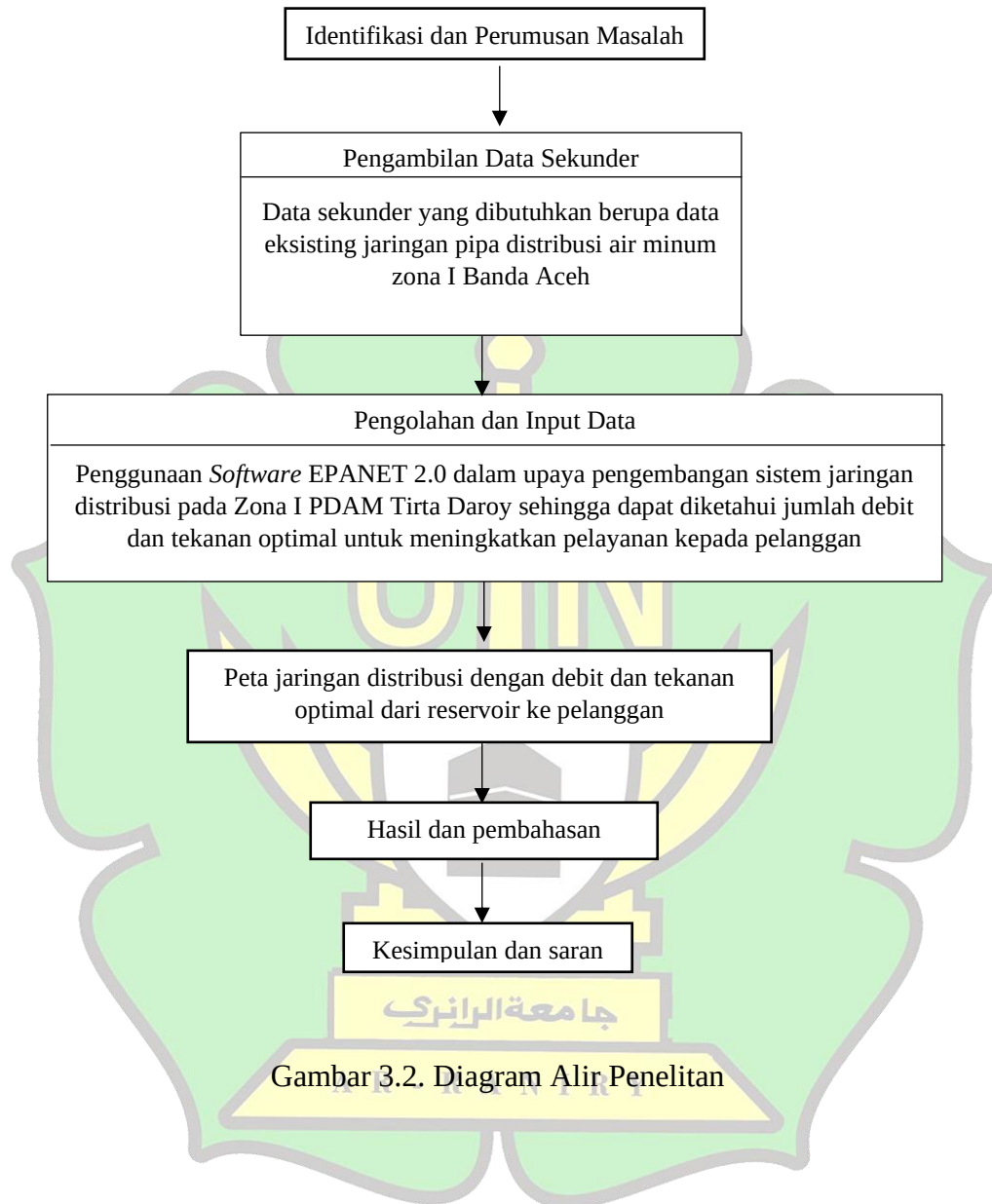
2. Tahap Analisis Data

Adapun tahapan analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Pemenuhan data pendukung yakni berupa data sekunder untuk wilayah layanan Zona I Kota Banda Aceh
- 2) Perhitungan proyeksi penduduk, lalu berdasarkan proyeksi tersebut dihitung kebutuhan air domestik. Selanjutnya, dilakukan perhitungan kebutuhan air non domestik.

- 3) Penelitian ini menggunakan *Software* EPANET 2.0 dalam tahapan pengolahan data. Data-data yang sudah dihasilkan pada point 2 tahap pelaksanaan, kemudian disimulasikan dengan menggunakan *Software* EPANET 2.0.
- 4) Bila hasilnya belum memenuhi persyaratan optimal debit dan tekanan maka dilanjutkan ke dalam tahap pengembangan, berupa pengembangan sistem jaringan distribusi.





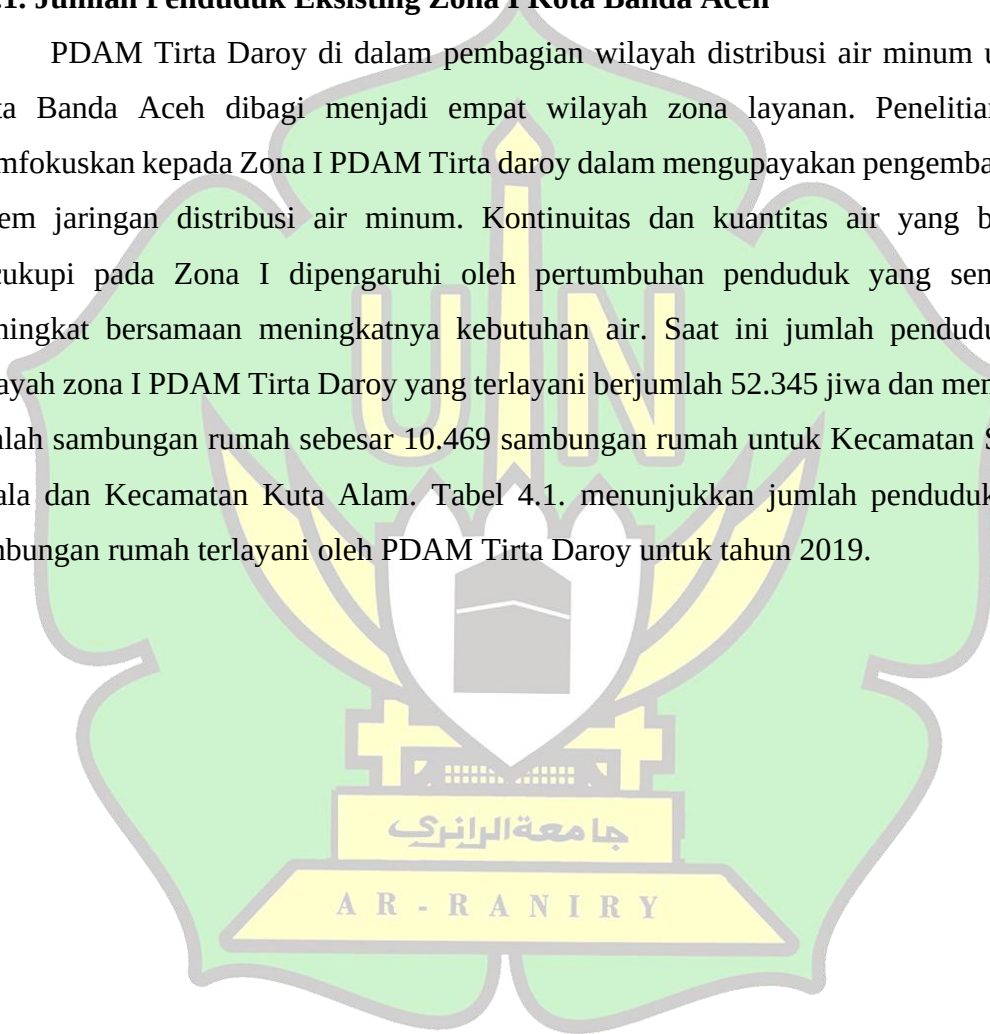
BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Proyeksi Penduduk Zona I Kota Banda Aceh

4.1.1. Jumlah Penduduk Eksisting Zona I Kota Banda Aceh

PDAM Tirta Daroy di dalam pembagian wilayah distribusi air minum untuk Kota Banda Aceh dibagi menjadi empat wilayah zona layanan. Penelitian ini memfokuskan kepada Zona I PDAM Tirta daroy dalam mengupayakan pengembangan sistem jaringan distribusi air minum. Kontinuitas dan kuantitas air yang belum tercukupi pada Zona I dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat bersamaan meningkatnya kebutuhan air. Saat ini jumlah penduduk di wilayah zona I PDAM Tirta Daroy yang terlayani berjumlah 52.345 jiwa dan memiliki jumlah sambungan rumah sebesar 10.469 sambungan rumah untuk Kecamatan Syiah Kuala dan Kecamatan Kuta Alam. Tabel 4.1. menunjukkan jumlah penduduk dan sambungan rumah terlayani oleh PDAM Tirta Daroy untuk tahun 2019.



Tabel 4.1. Jumlah Penduduk dan Sambungan Rumah Eksisting Daerah Layanan Zona I PDAM Tirta Daroy

No	Kecamatan	Gampong	(SR)	5 (orang)	Penduduk yang terlayani
1	Syiah Kuala	Deah Raya	232	5	1160
2		Tibang	367	5	1835
3		Alue Naga	313	5	1565
4		Jeulingke	1435	5	7175
5	Kuta Alam	Keuramat	821	5	4105
6		Laksana	733	5	3665
7		Lamdingin	683	5	3415
8		Mulia	972	5	4860
9		Kuta Alam	684	5	3420
10		Lambaro Skep	1193	5	5965
11		Bandar Baru	1069	5	5345
12		Lampulo	1042	5	5210
13		Peunayong	925	5	4625
Jumlah			10469		52345

Sumber: PDAM Tirta Daroy

4.1.2. Proyeksi Jumlah Penduduk Zona I Tahun 2029

Kepadatan penduduk berpengaruh pada peningkatan kebutuhan air, sehingga dalam pengembangan sistem jaringan distribusi Zona I PDAM Tirta Daroy diperlukan adanya proyeksi penduduk untuk mencapai 100% pelayanan oleh PDAM Tirta Daroy Kota Banda Aceh pada wilayah Zona I. Data jumlah penduduk dan data pertumbuhan penduduk Zona I PDAM Tirta Daroy ditunjukkan pada Tabel 4.2. dan Tabel 4.3.

Tabel 4.2. Data Jumlah Penduduk Zona I PDAM Tirta Daroy

No	Kecamatan	Gampong	Jumlah Penduduk (Jiwa)				
			2013	2014	2015	2016	2017
1	Syiah Kuala	Deah Raya	982	983	986	1.004	1.023
2		Tibang	1.452	1.454	1.458	1.485	1.515
3		Alue Naga	1.561	1.562	1.568	1.596	1.627
4		Jeulingke	6.298	6.304	6.325	6.440	6.567
5	Kuta Alam	Keuramat	4.406	4.411	4.425	4.505	4.594
6		Laksana	4.998	5.002	5.019	5.111	5.212
7		Lamdingin	3.246	3.247	3.258	3.318	3.383
8		Mulia	5.189	5.193	5.210	5.306	5.410
/9		Kuta Alam	4.321	4.324	4.339	4.418	4.505
10		Lambaro Skep	5.077	5.081	5.097	5.190	5.293
11		Bandar Baru	6.531	6.537	6.558	6.679	6.810
12		Lampulo	5.460	5.466	5.483	5.583	5.693
13		Peunayong	2.799	2.802	2.812	2.863	2.919
		Jumlah		52.320	52.366	52.538	53.498

Sumber: BPS Kota Banda Aceh ^a(2018) dan BPS Kota Banda Aceh ^b(2018)



Tabel 4.3. Tabel Pertumbuhan Penduduk

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Pertumbuhan Penduduk (Jiwa)	Pertumbuhan Penduduk (Persen %)
2013	52.320	-	-
2014	52.366	46	0,08 %
2015	52.538	172	0,32 %
2016	53.498	960	1,82 %
2017	54.551	1.053	1,96 %
Jumlah		2.231	4,18 %

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{4,18 \%}{4} \\
 &= 1,04 \% \\
 &= 0,01
 \end{aligned}$$

Adapun untuk tabel 4.3. menunjukkan asumsi bahwa tidak terjadi pertumbuhan jumlah penduduk yang tidak signifikan untuk wilayah layanan Zona I PDAM Tirta Daroy. Selanjutnya dilakukan perhitungan proyeksi penduduk untuk Tahun 2029 dengan tiga metode perhitungan yaitu aritmatika, geometrik dan *least square*. Adapun nilai standar deviasi terkecil diperoleh dari hasil perhitungan metode *least square* dengan hasil proyeksi jumlah penduduk untuk Tahun 2029 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.4. Demikian, hasil perhitungan dengan metode ini yang akan digunakan untuk analisis selanjutnya.

Tabel 4.4. Hasil Proyeksi Penduduk Menggunakan Metode *Least Square Least*

No	Kecamatan	Gampong	Jumlah Penduduk (Jiwa)											
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
1	Syiah Kuala	Deah Raya	1.027	1.037	1.047	1.057	1.068	1.078	1.088	1.099	1.109	1.119	1.130	1.140
2		Tibang	1.520	1.536	1.551	1.567	1.583	1.598	1.614	1.630	1.646	1.661	1.677	1.693
3		Alue Naga	1.633	1.649	1.666	1.682	1.699	1.716	1.732	1.749	1.765	1.782	1.799	1.815
4		Jeulingke	6.589	6.656	6.724	6.791	6.859	6.926	6.993	7.061	7.128	7.196	7.263	7.330
5	Kuta Alam	Keuramat	4.609	4.656	4.703	4.750	4.797	4.844	4.891	4.938	4.985	5.032	5.079	5.126
6		Laksana	5.230	5.283	5.337	5.391	5.444	5.498	5.552	5.605	5.659	5.713	5.767	5.820
7		Lamdingin	3.394	3.428	3.463	3.497	3.532	3.566	3.601	3.635	3.670	3.704	3.739	3.773
8		Mulia	5.428	5.484	5.539	5.595	5.650	5.706	5.761	5.817	5.872	5.928	5.983	6.039
9		Kuta Alam	4.520	4.566	4.612	4.659	4.705	4.751	4.797	4.843	4.890	4.936	4.982	5.028
10		Lambaro Skep	5.310	5.364	5.418	5.472	5.526	5.580	5.635	5.689	5.743	5.797	5.851	5.905
11		Bandar Baru	6.833	6.903	6.973	7.043	7.113	7.183	7.253	7.323	7.393	7.463	7.533	7.603
12		Lampulo	5.712	5.770	5.829	5.887	5.945	6.003	6.062	6.120	6.178	6.237	6.295	6.353
13		Peunayong	2.929	2.959	2.990	3.020	3.050	3.080	3.110	3.140	3.170	3.200	3.230	3.260
Jumlah			54.733	55.292	55.852	56.411	56.970	57.530	58.089	58.649	59.208	59.767	60.327	60.886

Sumber: Hasil Penelitian



Tabel 4.3. menggambarkan jumlah penduduk total di Kecamatan Syiah Kuala dan Kecamatan Kuta Alam di tahun 2018 adalah sejumlah 54.733 jiwa sedangkan untuk tahun yang diproyeksi yaitu Tahun 2029 menghasilkan jumlah penduduk sebesar 60.886 jiwa pada Kecamatan Syiah Kuala dan Kecamatan Kuta Alam. Pada Tahun 2029 jumlah penduduk terbanyak untuk Kecamatan Syiah Kuala adalah Gampong Jeulingke dengan jumlah penduduk mencapai 7.330 jiwa sedangkan jumlah penduduk terendahnya berdasarkan hasil proyeksi untuk Tahun 2029 adalah di Gampong Deah Raya dengan jumlah penduduk sebesar 1.140 jiwa. Adapun, untuk Kecamatan Kuta Alam jumlah penduduk terbanyak berdasarkan hasil proyeksi adalah Gampong Bandar Baru dengan jumlah penduduk mencapai 7.603 jiwa dan jumlah penduduk terendah berada pada wilayah Gampong Peunayong berdasarkan hasil proyeksi yaitu sebesar 3.260 jiwa untuk Tahun 2029.

4.2. Proyeksi Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik

4.2.1. Kebutuhan Air Domestik Kondisi Eksisting

Proyeksi kebutuhan air domestik merupakan perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui permintaan air bersih berupa kuantitas air pada suatu daerah pada tingkat rumah tangga. Berdasarkan Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas Pekerjaan Umum (1996), Kota Banda Aceh termasuk ke dalam kategori kota sedang dengan jumlah penduduk untuk Kota Banda Aceh sebesar 259.913 jiwa. Adapun konsumsi unit untuk sambungan rumah (SR) digunakan 120 liter/orang/hari dan konsumsi unit Hidran Umum (HU) digunakan 20 liter/orang/hari.

Kebutuhan air domestik dihitung dengan melakukan perkalian terhadap jumlah penduduk dan asumsi kebutuhan air per orang dalam satu hari dengan merujuk pada kategori kota berdasarkan jumlah penduduk pada suatu lokasi yang akan diteliti, dalam hal ini adalah Kota Banda Aceh pada wilayah Zona I PDAM Tirta Daroy yang termasuk ke dalam kategori kota sedang. Keadaan eksisting jumlah kebutuhan air domestik pada Kota Banda Aceh untuk wilayah layanan Zona I PDAM Tirta Daroy

pada tahun 2019 untuk Kecamatan Syiah Kuala dan Kecamatan Kuta Alam adalah sebesar 6.281.400 liter/hari dengan jumlah penduduk terlayani berjumlah 52.345 jiwa. Selain itu, kebutuhan air maksimum harian berjumlah 6.909.540 liter/hari. Pada wilayah layanan tersebut terlayani 10.469 sambungan rumah dan berdasarkan penjelasan pihak PDAM Tirta Daroy bahwasanya untuk tiap sambungan rumah memiliki rata-rata jumlah orang yang menetap adalah 5 (lima) orang seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.5. Adapun untuk Hidran Umum diperoleh nilai kebutuhan air sebesar 1.046.900 liter/hari dengan jumlah kebutuhan air maksimum harian sebesar 1.151.590 liter/hari seperti ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.5. Kebutuhan Air Domestik Eksisting Zona I PDAM Tirta Daroy Untuk Kategori Sambungan Rumah

No	Kecamatan	Gampong	(SR)	5 (orang)	Penduduk yang terlayani	Q (ltr/org/hr)	Q (Liter/hari)	Qmd (1,1)
1	Syiah Kuala	Deah Raya	232	5	1.160	120	139.200	153.120
2		Tibang	367	5	1.835	120	220.200	242.220
3		Alue Naga	313	5	1.565	120	187.800	206.580
4		Jeulingke	1.435	5	7.175	120	861.000	947.100
5	Kuta Alam	Keuramat	821	5	4.105	120	492.600	541.860
6		Laksana	733	5	3.665	120	439.800	483.780
7		Lamdingin	683	5	3.415	120	409.800	450.780
8		Mulia	972	5	4.860	120	583.200	641.520
9		Kuta Alam	684	5	3.420	120	410.400	451.440
10		Lambaro Skep	1.193	5	5.965	120	715.800	787.380
11		Bandar Baru	1.069	5	5.345	120	641.400	705.540
12		Lampulo	1.042	5	5.210	120	625.200	687.720
13		Peunayong	925	5	4.625	120	555.000	610.500
Jumlah			10.469		52.345		6.281.400	6.909.540

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 4.6. Kebutuhan Air Domestik Eksisting Zona I PDAM Tirta Daroy Untuk Kategori Hidran Umum

No	Kecamatan	Gampong	Hidran Umum		Q (Liter/hari)	Qmd (1,1)
			Penduduk yang terlayani	HU (ltr/org/hr)		
1	Syiah Kuala	Deah Raya	1.160	20	23.200	25.520
2		Tibang	1.835	20	36.700	40.370
3		Alue Naga	1.565	20	31.300	34.430
4		Jeulingke	7.175	20	143.500	157.850
5	Kuta Alam	Keuramat	4.105	20	82.100	90.310
6		Laksana	3.665	20	73.300	80.630
7		Lamdingin	3.415	20	68.300	75.130
8		Mulia	4.860	20	97.200	106.920
9		Kuta Alam	3.420	20	68.400	75.240
10		Lambaro Skep	5.965	20	119.300	131.230
11		Bandar Baru	5.345	20	106.900	117.590
12		Lampulo	5.210	20	104.200	114.620
13		Peunayong	4.625	20	92.500	101.750
Jumlah			60.886		1.046.900	1.151.590

Sumber: Hasil Penelitian

4.2.2. Kebutuhan Air Domestik Zona I Untuk Tahun 2029

Penelitian ini menghitung jumlah kebutuhan air dalam sektor domestik guna mengetahui jumlah kebutuhan air domestik untuk wilayah Zona I PDAM Tirta Daroy seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.7. dan Tabel 4.8. untuk kategori Sambungan Rumah dan Hidran Umum.

Tabel 4.7. Proyeksi Kebutuhan Air Domestik Zona I PDAM Tirta Daroy Tahun 2029 Untuk Kategori Sambungan Rumah

No	Kecamatan	Gampong	Kebutuhan Air Domestik (lir/hr)											
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
1	Syiah Kuala	Deah Raya	123.240	124.440	125.640	126.840	128.160	129.360	130.560	131.880	133.080	134.280	135.600	136.800
2		Tibang	182.400	184.320	186.120	188.040	189.960	191.760	193.680	195.600	197.520	199.320	201.240	203.160
3		Ahue Naga	195.960	197.880	199.920	201.840	203.880	205.920	207.840	209.880	211.800	213.840	215.880	217.800
4		Jeulingke	790.680	798.720	806.880	814.920	823.080	831.120	839.160	847.320	855.360	863.520	871.560	879.600
5	Kuta Alam	Keuramat	553.080	558.720	564.360	570.000	575.640	581.280	586.920	592.560	598.200	603.840	609.480	615.120
6		Laksana	627.600	633.960	640.440	646.920	653.280	659.760	666.240	672.600	679.080	685.560	692.040	698.400
7		Lamdingin	407.280	411.360	415.560	419.640	423.840	427.920	432.120	436.200	440.400	444.480	448.680	452.760
8		Mulia	651.360	658.080	664.680	671.400	678.000	684.720	691.320	698.040	704.640	711.360	717.960	724.680
9		Kuta Alam	542.400	547.920	553.440	559.080	564.600	570.120	575.640	581.160	586.800	592.320	597.840	603.360
10		Lambaro Skep	637.200	643.680	650.160	656.640	663.120	669.600	676.200	682.680	689.160	695.640	702.120	708.600
11		Bandar Baru	819.960	828.360	836.760	845.160	853.560	861.960	870.360	878.760	887.160	895.560	903.960	912.360
12		Lampulo	685.440	692.400	699.480	706.440	713.400	720.360	727.440	734.400	741.360	748.440	755.400	762.360
13		Peunayong	351.480	355.080	358.800	362.400	366.000	369.600	373.200	376.800	380.400	384.000	387.600	391.200
Jumlah			6.568.080	6.634.920	6.702.240	6.769.320	6.836.520	6.903.480	6.970.680	7.037.880	7.104.960	7.172.160	7.239.360	7.306.200

Sumber: Hasil Penelitian



Tabel 4.8. Proyeksi Kebutuhan Air Domestik Zona I PDAM Tirta Daroy Tahun
2029 Untuk Kategori Hidran Umum

No	Kecamatan	Gampong	Hidran Umum		Q (liter/hari)	Qmd (1,1)
			Jumlah Penduduk	HU (litr/org/hr)		
1	Syiah Kuala	Deah Raya	1.140	20	22.800	25.080
2		Tibang	1.693	20	33.860	37.246
3		Alue Naga	1.815	20	36.300	39.930
4		Jeulingke	7.330	20	146.600	161.260
5	Kuta Alam	Keuramat	5.126	20	102.520	112.772
6		Laksana	5.820	20	116.400	128.040
7		Lamdingin	3.773	20	75.460	83.006
8		Mulia	6.039	20	120.780	132.858
9		Kuta Alam	5.028	20	100.560	110.616
10		Lambaro Skep	5.905	20	118.100	129.910
11		Bandar Baru	7.603	20	152.060	167.266
12		Lampulo	6.353	20	127.060	139.766
13		Peunavong	3.260	20	65.200	71.720
Jumlah			60.886		1.217.700	1.339.470

Sumber: Hasil Penelitian



Pada Tahun 2029 setelah dilakukan proyeksi berdasarkan Tabel 4.7. dan Tabel 4.8. dihasilkan jumlah kebutuhan air domestik untuk kategori Sambungan Rumah meningkat menjadi 7.306.200 liter/hari untuk kebutuhan air rata-rata sedangkan untuk kebutuhan air pada maksimum harian sebesar 8.036.820 liter/hari. Kebutuhan air terhadap Hidran Umum juga meningkat menjadi 1.217.700 liter/hari dengan kebutuhan air maksimum harian sebesar 1.339.470 liter/detik.

4.2.3. Kebutuhan Air Non Domestik

Selain menghitung kebutuhan air domestik, penelitian ini juga melakukan perhitungan terhadap jumlah kebutuhan air non domestik untuk wilayah layanan Zona I PDAM Tirta Daroy. Jumlah kebutuhan air non domestik untuk Tahun 2029 berjumlah 403.610 liter/hari dan kebutuhan air maksimum yang dihasilkan untuk Tahun 2029 berjumlah 443.971 liter/hari. Tabel 4.9. menunjukkan hasil perhitungan kebutuhan air non domestik pada Tahun 2029.



Tabel 4.9. Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Non Domestik Zona I Tahun 2029

No	Kecamatan	Gampong	Jenis Fasilitas																							
			Sekolah (Murid)	q (ltr/mr d/hr)	Q (ltr/hr)	Qmd (1,1)	Mesjid (Unit)	q (ltr/unit /hr)	Q (ltr/hr)	Qmd (1,1)	Gereja (Unit)	q (ltr/un it/hr)	Q (ltr/hr)	Qmd (1,1)	Hotel (Bed)	q (ltr/be d/hr)	Q (ltr/hr)	Qmd (1,1)	Roma h Sakit	q (ltr/be d/hr)	Q (ltr/hr)	Qmd (1,1)	Puskes mas (Unit)	q (ltr/uni t/hr)	Q (ltr/hr)	Qmd (1,1)
1	Syiah Kuala	Deah Raya	-	10	-	-	1	3.000	3.000	3.300	-	500	-	-	-	150	-	-	-	200	-	-	-	2.000	-	-
2		Tibang	251	10	2.510	2.761	1	3.000	3.000	3.300	-	500	-	-	-	150	-	-	-	200	-	-	-	2.000	-	-
3		Alue Naga	255	10	2.550	2.805	1	3.000	3.000	3.300	-	500	-	-	-	150	-	-	-	200	-	-	-	2.000	-	-
4		Jeulingke	259	10	2.590	2.849	3	3.000	9.000	9.900	-	500	-	-	-	150	-	-	-	200	-	-	1	2.000	2.000	2.200
5	Kuta Alam	Keuramat	2.030	10	20.300	22.330	3	3.000	9.000	9.900	-	500	-	-	108	150	16.200	17.820	-	200	-	-	-	2.000	-	-
6		Laksana	326	10	3.260	3.586	1	3.000	3.000	3.300	-	500	-	-	214	150	32.100	35.310	-	200	-	-	-	2.000	-	-
7		Lamdingin	328	10	3.280	3.608	2	3.000	6.000	6.600	-	500	-	-	-	150	-	-	-	200	-	-	-	2.000	-	-
8		Mulia	3.056	10	30.560	33.616	2	3.000	6.000	6.600	3	500	1.500	1.650	51	150	7.650	8.415	30	200	6.000	6.600	1	2.000	2.000	2.200
9		Kuta Alam	324	10	3.240	3.564	4	3.000	12.000	13.200	-	500	-	-	50	150	7.500	8.250	66	200	13.200	14.520	-	2.000	-	-
10		Lambaro Sken	1.004	10	10.040	11.044	2	3.000	6.000	6.600	-	500	-	-	-	150	-	-	-	200	-	-	-	2.000	-	-
11		Bandar Baru	1.332	10	13.320	14.652	5	3.000	15.000	16.500	-	500	-	-	247	150	37.050	40.755	-	200	-	-	-	2.000	-	-
12		Lampulo	327	10	3.270	3.597	1	3.000	3.000	3.300	-	500	-	-	-	150	-	-	-	200	-	-	1	2.000	2.000	2.200
13		Peunayong	654	10	6.540	7.194	3	3.000	9.000	9.900	1	500	500	550	583	150	87.450	96.195	-	200	-	-	-	2.000	-	-
		Jumlah	10.146		101.460	111.606	29		87.000	95.700	4		2.000	2.200	1.253		187.950	206.745	96		19.200	21.120	3		6.000	6.600

Sumber: Hasil Penelitian



Berdasarkan rekomendasi dari pihak PDAM Tirta Daroy untuk mengetahui jumlah debit dan tekanan pada kawasan Gampong Lampulo diberikan data tambahan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Jumlah Kebutuhan Air Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Gampong Lampulo

No.	Uraian	Jumlah (liter/tahun)
1.	Kapal Nelayan	10.516.850
2.	Pedagang Ikan	8.544.390
3.	Pembersih Ikan	1.877.400
4.	Kios Nelayan	2.187.232
5.	Gudang Pengepakan	3.429.080
6.	Industri Pengolahan	24.056.275
7.	Fasilitas Pelabuhan	14.303.209
8.	Instansi Pemerintah	1.568.284
	Total	66.482.720

Sumber: PDAM Tirta Daroy

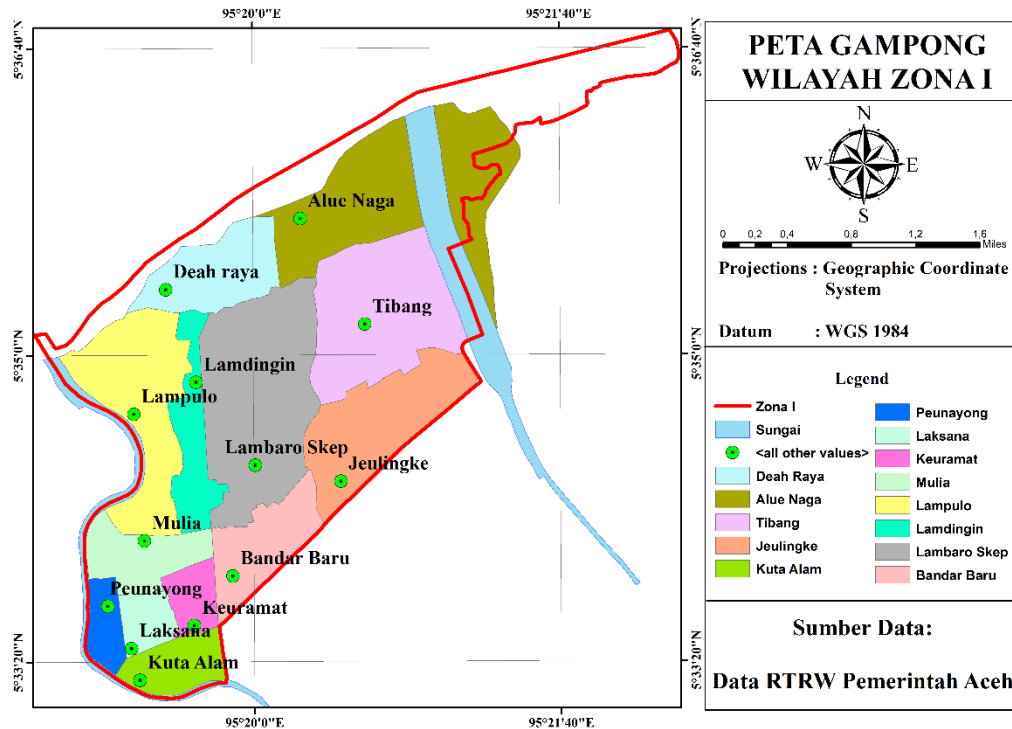
Tabel 4.10. menunjukkan jumlah kebutuhan air non domestik untuk Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Gampong Lampulo sebesar 66.482.720 liter/tahun atau 2,10 liter/detik. Selanjutnya, data-data hasil perhitungan kebutuhan air domestik dan non domestik yang sudah diproyeksikan kemudian di input pada *software* EPANET 2.0 sebagai data analisis kebutuhan air di tiap gampong.

4.3. Pengembangan Jaringan Distribusi Optimal

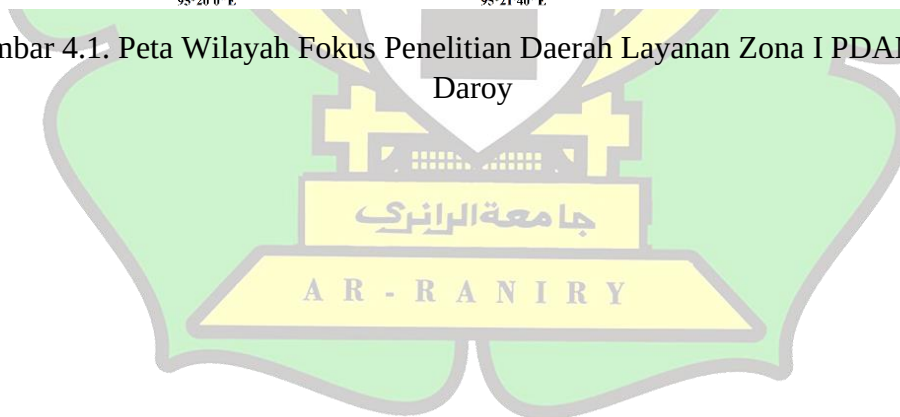
4.3.1. Jaringan Distribusi Kondisi eksisting

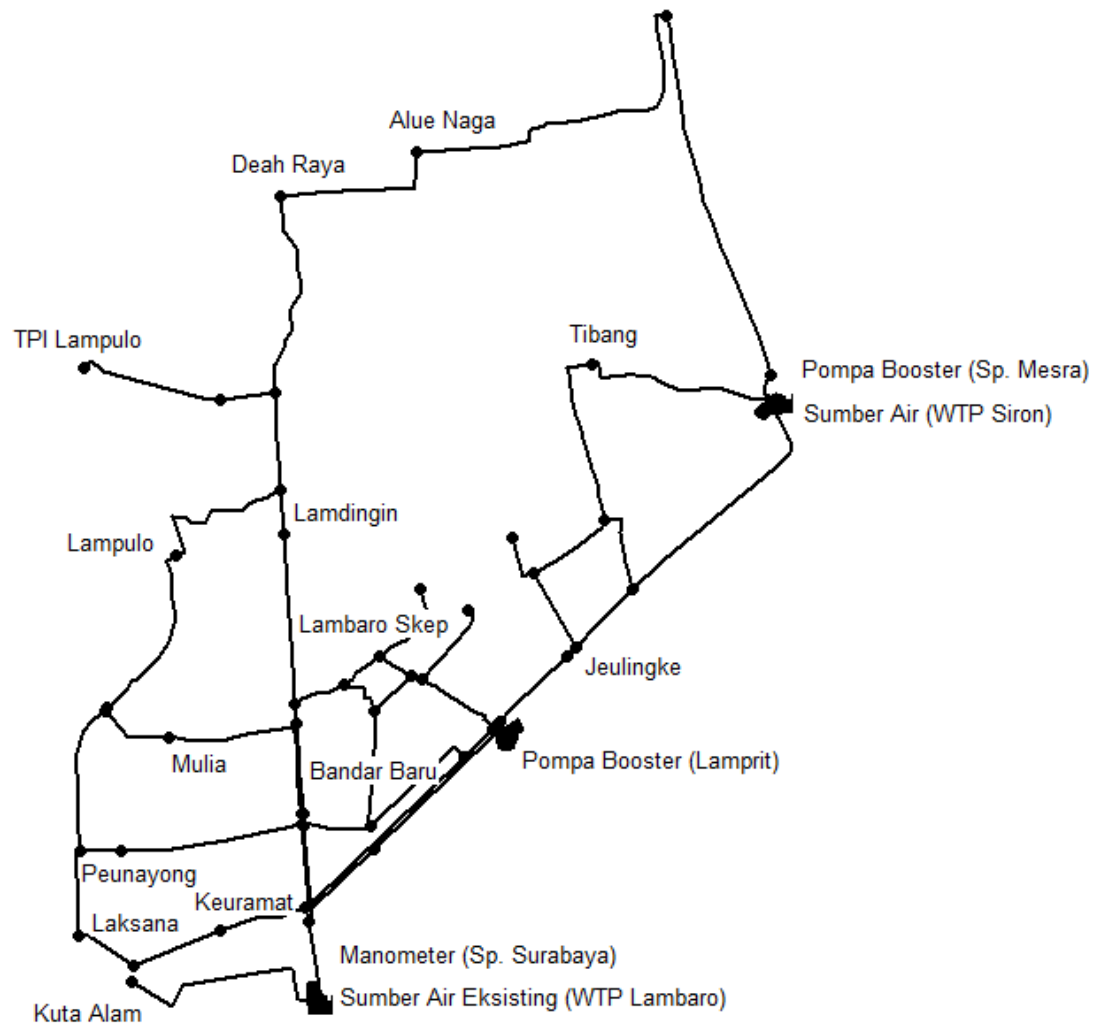
Penelitian ini dilakukan di wilayah Zona I PDAM Tirta Daroy seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1. Adapun pengumpulan dan pengolahan data yang diperoleh kemudian melalui proses simulasi menggunakan *software* EPANET 2.0

menghasilkan kondisi jaringan eksisting Zona I PDAM Tirta Daroy seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.1. Peta Wilayah Fokus Penelitian Daerah Layanan Zona I PDAM Tirta Daroy





Gambar 4.2. Kondisi Jaringan Eksisting Zona I PDAM Tirta Daroy

Adapun debit dan tekanan pada keadaan eksisting di Zona I PDAM Tirta Daroy hasil analisis menggunakan *software* EPANET 2.0 secara lebih jelas ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11. Debit Dan Tekanan Pada Keadaan Eksisting Di Wilayah Zona I

No	Kecamatan	Gampong	Kebutuhan Air Rata-rata		Kebutuhan Air Jam Puncak (1,15)	
			Q (l/s)	Pressure (m)	Q (l/s)	Pressure (m)
1	Syiah Kuala	Deah Raya	2,63	5,91	3,03	3,49
2		Tibang	4,18	10,23	4,8	8,43
3		Alue Naga	3,58	6,56	4,11	4,16
4		Jeulingke	16,2	9,68	18,63	7,93
5	Kuta Alam	Keuramat	9,87	5,96	11,35	4,54
6		Laksana	8,78	5,62	10,09	4,08
7		Lamdingin	7,76	4,58	8,92	2,29
8		Mulia	11,68	3,33	13,44	0,89
9		Kuta Alam	8,19	-7,5	9,42	-12,82
10		Lambaro Skep	13,55	5,32	15,58	3,3
11		Bandar Baru	12,95	5,63	14,89	3,89
12		Lampulo	11,74	3,06	13,5	0,46
13		Peunayong	11,95	4,1	13,74	1,98
14		TPI Lampulo	2,1	3,66	2,41	0,95
	Jumlah		125,16		143,91	

*warna kuning menandakan tidak memenuhi tekanan minimum

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 4.11. menggambarkan keadaan jaringan eksisting untuk wilayah layanan Zona I PDAM Tirta Daroy untuk Kecamatan Syiah Kuala dan Kecamatan Kuta Alam. Berdasarkan tabel di atas dapat diperoleh informasi jumlah debit yang dihasilkan rata-rata pada Zona I PDAM Tirta daroy adalah 125,16 liter/detik dan pada saat kebutuhan air jam puncak dengan faktor jam puncak 1,15 dihasilkan debit yang meningkat menjadi 143,91 liter/detik. Adapun tekanan yang dihasilkan berdasarkan kebutuhan air rata-rata dan pada saat kebutuhan air jam puncak menunjukkan tekanan terendah berada pada Gampong Kuta Alam Kecamatan Kuta Alam dan tekanan tertinggi berada di Gampong Tibang Kecamatan Syiah Kuala. Berdasarkan Tabel 4.10. diperoleh informasi bahwa terdapat adanya permasalahan berupa debit dan tekanan yang dihasilkan tidak optimal pada tahun 2019 berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007, tekanan minimum yang dianjurkan adalah 0,5 bar atau senilai dengan 5 (lima) meter. Demikian, untuk keadaan eksisting Zona I PDAM Tirta Daroy pada saat kebutuhan air rata-rata terdapat 6 (enam) kawasan layanan Zona I yang memiliki tekanan minimum di bawah 5 (lima) meter, yaitu antara lain Gampong Kuta Alam, Gampong Lamdingin, Gampong Mulia, Gampong Lampulo, Gampong Peunayong, dan TPI Lampulo. Adapun pada saat kebutuhan air berada pada jam puncak, terdapat 12 (dua belas) kawasan layanan Zona I yaitu Gampong Deah Raya, Gampong Alue Naga, Gampong Keuramat, Gampong Laksana, Gampong Lamdingin, Gampong Mulia, Gampong Kuta Alam, Gampong Lambaro Skep, Gampong Bandar Baru, Gampong Lampulo, Gampong Peunayong dan TPI Lampulo tidak memenuhi nilai tekanan minimum berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007. Tabel 4.12. menunjukkan unit pompa pendukung dalam pemenuhan kebutuhan air eksisting di tahun 2019.

Tabel 4.12. Unit Pompa Eksisting

Unit Pompa	Lokasi	Q (l/s)	H (m)
Pompa Booster (Sumber Air WTP Lambaro)	Lamprit	30	60
Pompa Booster (Sumber Air WTP Siron)	Simpang Mesra	20	40

Sumber: PDAM Tirta Daroy

Tabel 4.12. menjelaskan bahwa Sumber Air WTP Lambaro berdasarkan kondisi eksisting pada saat dilakukan simulasi dengan menggunakan *Software* EPANET 2.0 nilai tekanan pada alat *manometer* menunjukkan angka 7 meter atau 0,7 bar sesuai dengan kondisi eksisting pada saat kebutuhan air rata-rata, adapun pada saat jam puncak kebutuhan air meningkat dan memicu menurunnya tekanan air menjadi 5,97

meter sesuai dengan yang tertera pada alat *manometer*, dengan Sumber Air WTP lambaro memiliki debit sebesar 90 liter/detik dan Head sebesar 7 meter yang mendukung kinerja pompa *booster* yang berlokasi di Lamprit. Selain itu, juga terdapat satu pompa *booster* lainnya yang berlokasi di Simpang Mesra dengan sumber air WTP Siron. Adapun debit yang dimiliki oleh pompa *booster* yang berada di Lamprit sebesar 30 liter/detik dengan Head 60 meter, dan pompa *booster* yang berlokasi di Simpang Mesra memiliki debit sebesar 20 liter/detik dengan Head 40 meter.

Adapun sumber air eksisting WTP Lambaro pada saat proses simulasi dengan menggunakan *Software* EPANET 2.0 menghasilkan debit sebesar 90,01 liter/detik dan pada pompa *booster* yang berasal dari WTP Siron menghasilkan debit 35,14 liter/detik sehingga diupayakan kondisi eksisting pada saat kebutuhan air rata-rata senilai angka tersebut. Selanjutnya angka yang harus diinput di dalam *software* EPANET 2.0 untuk di dalam keadaan eksisting pada sumber air eksisting WTP Lambaro yaitu dengan debit 90 liter/detik dan Head sebesar 7 meter. Pada saat disimulasikan di dalam EPANET 2.0 menghasilkan tekanan pada *manometer* yaitu sebesar 7 meter seperti pada gambar keadaan eksisting yang ditunjukkan pada Gambar 4.3. Selain itu pada saat jam puncak dihasilkan debit pada sumber air eksisting WTP Lambaro senilai 108,03 liter/detik dan menghasilkan tekanan sebesar 5,97 meter.

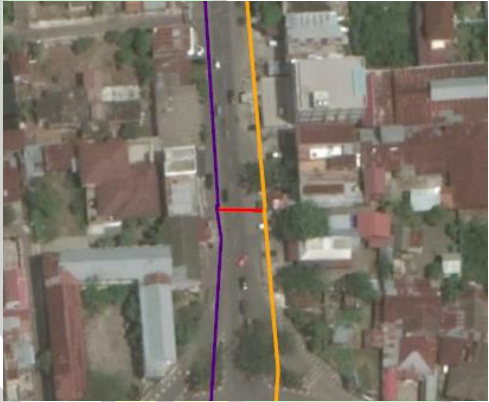
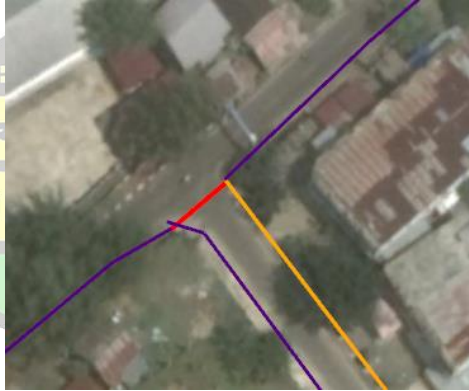


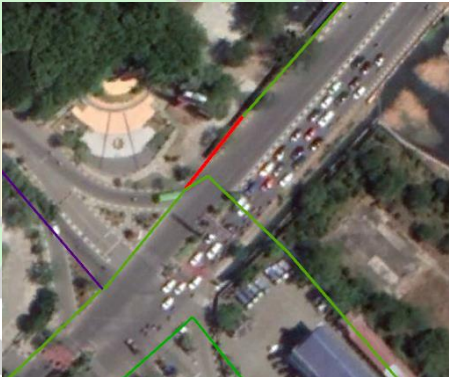
Gambar 4.3. *Manometer* di Simpang Surabaya

4.3.2. Tahap pengembangan keadaan eksisting

Upaya yang akan dilakukan oleh pihak PDAM Tirta Daroy untuk memfokuskan aliran pada wilayah Zona I adalah dengan melakukan perubahan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13. Pengembangan Keadaan Eksisting Di Zona I PDAM Tirta Daroy

No.	Penjelasan	Gambar
1.	Penonaktifan pipa diameter 150 mm sepanjang yang berada di Jalan Syiah Kuala dengan debit aliran yang akan menuju Gampong Mulia, Gampong Keuramat, Gampong Laksana, hingga Gampong Peunayong	
2.	Penonaktifan pipa pada pertemuan jalan antara Jalan Sisingamangaraja dan Jalan Tengku Dibrang yaitu pipa 150 mm dengan arah aliran yang berasal dari Gampong Peunayong menuju Gampong Lampulo	

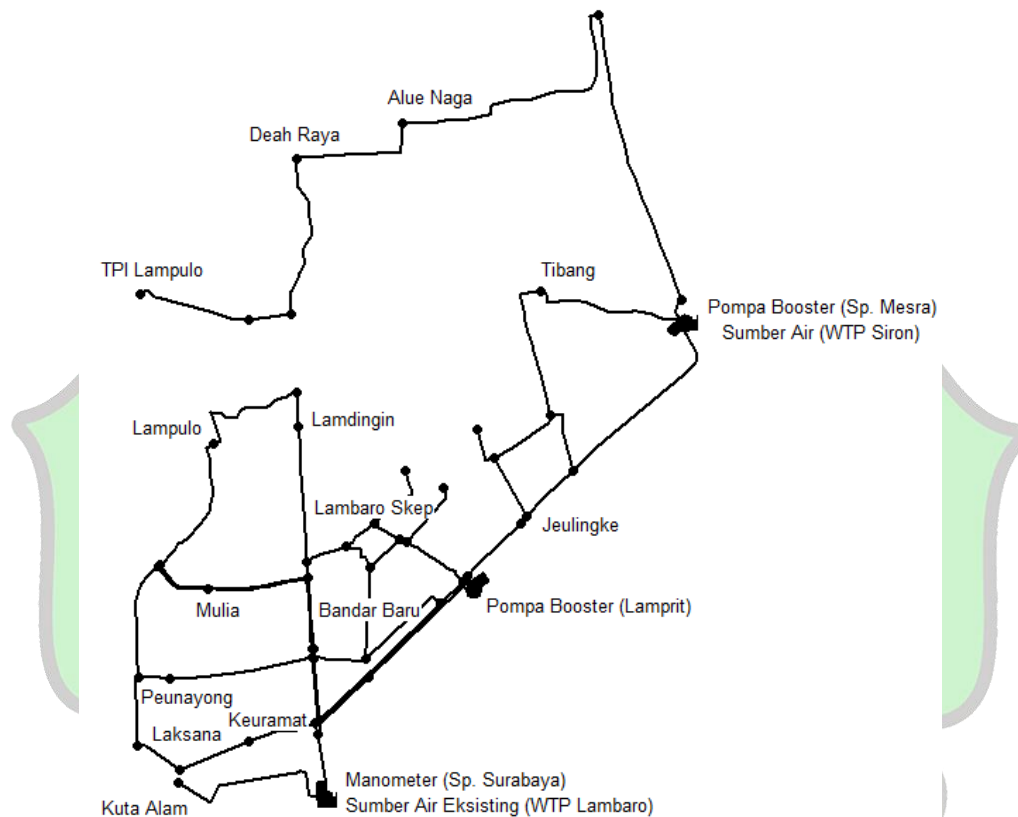
3.	Perubahan yang dilakukan berupa penonaktifan pipa 150 mm yang berasal dari arah Gampong Deah Raya menuju Gampong Lamdingin dengan alasan pompa <i>booster</i> yang berada di Simpang Mesra sudah tidak mendukung suplai air di daerah tersebut kembali	
4.	Penonaktifan pipa juga dilakukan di Jalan Teuku Nyak Arief untuk memutus aliran pompa <i>booster</i> yang berlokasi di Lamprit tidak menuju ke Gampong Jeulingke hingga arah seterusnya, adapun diameter pipa tersebut berukuran 250 mm dengan panjang pipa 28 meter	
5.	Terakhir dilakukan penambahan pipa berukuran 200 mm dengan panjang 1096 meter sepanjang Jalan Ismail menuju Jalan Tengku Dibrang. Berikut penjelasan mengenai pengembangan yang dilakukan di Zona I wilayah PDAM Tirta Daroy.	

*warna merah menandakan pipa yang sudah dinonaktifkan

*warna hijau menandakan akan dilakukannya penambahan pipa

Sumber: Google Earth

Adapun berdasarkan hasil pengembangan yang dilakukan dari keadaan eksisting Zona I wilayah PDAM Tirta Daroy diperoleh gambar keadaan eksisting menggunakan Software EPANET 2.0 sebagai berikut ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Keadaan Jaringan Distribusi Tahun 2029 Berdasarkan Keadaan Eksisting

Setelah dilakukan proyeksi sebelumnya, yaitu proyeksi penduduk maupun proyeksi kebutuhan air domestik dan non domestik yang sudah dilakukan untuk Tahun 2029, diperoleh data sebagai berikut ditunjukkan pada Tabel 4.14. mengenai debit dan tekanan yang dihasilkan di Tahun 2029.

Tabel 4.14. Debit Dan Tekanan Pada Tahun 2029

No	Kecamatan	Gampong	Kebutuhan Air Rata-rata		Kebutuhan Air Jam Puncak (1,15)	
			Q (l/s)	Pressure (m)	Q (l/s)	Pressure (m)
1	Syiah Kuala	Deah Raya	2,59	21,75	2,98	11,64
2		Tibang	3,86	23,25	4,44	13,59
3		Alue Naga	4,13	21,94	4,75	11,89
4		Jeulingke	16,55	22,8	19,03	13,01
5	Kuta Alam	Keuramat	12,15	3,98	13,97	2,28
6		Laksana	13,58	3,5	15,61	1,66
7		Lamdingin	8,55	1,14	9,84	-1,7
8		Mulia	14,31	1,16	16,46	-1,37
9		Kuta Alam	11,77	-22,86	13,54	-32,48
10		Lambaro Skep	13,41	2,37	15,42	-0,16
11		Bandar Baru	17,98	3,15	20,68	1
12		Lampulo	14,29	0,22	16,43	-2,88
13		Peunayong	8,91	2,27	10,25	0,06
14		TPI Lampulo	2,1	20,45	2,41	9,96
	Jumlah		144,18		165,81	

*warna kuning menandakan tidak memenuhi tekanan minimum

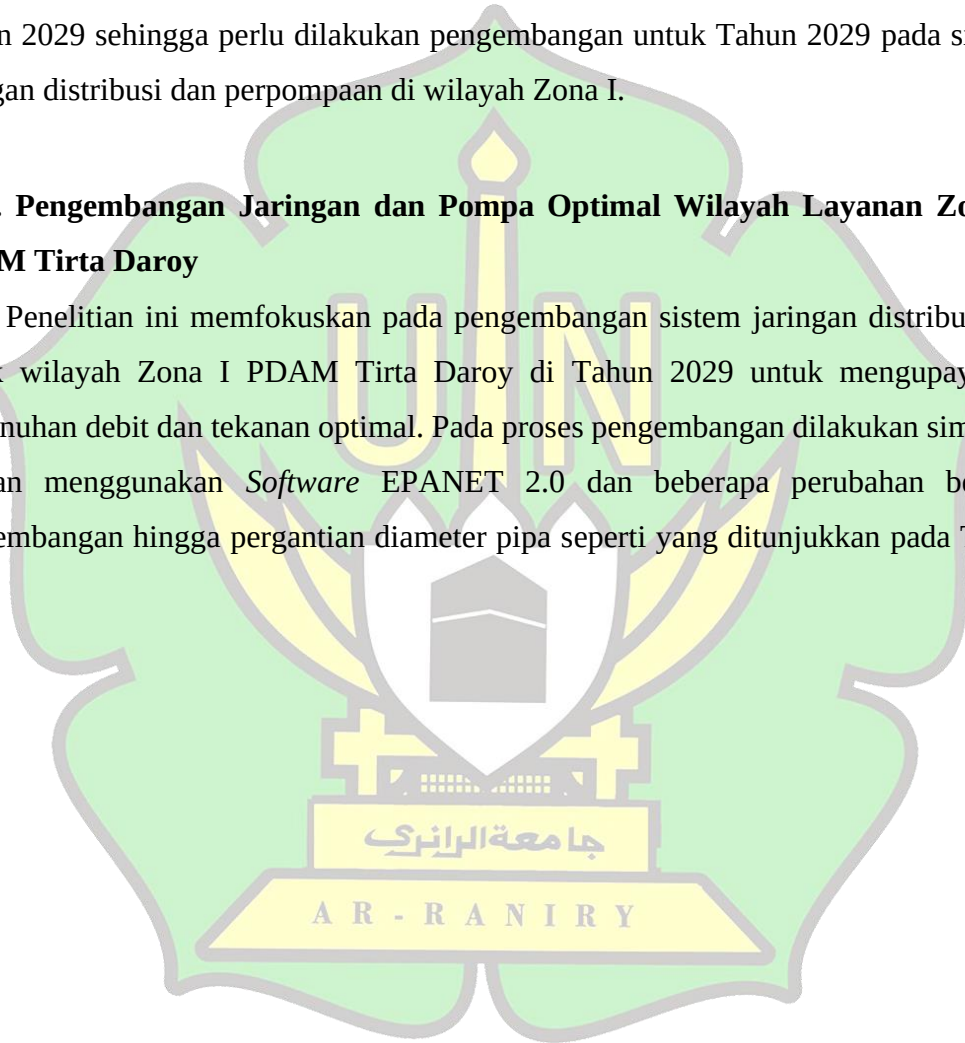
Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 4.14. menjelaskan bahwa seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, maka debit kebutuhan air juga semakin meningkat dan diikuti dengan semakin menurunnya tekanan yang dihasilkan. Adapun debit kebutuhan air rata-rata yang dihasilkan pada Tahun 2029 adalah sebesar 144,18 liter/detik dan 165,81 liter/detik pada saat jam puncak. Selain itu, adanya peningkatan jumlah gampong yang mengalami permasalahan tekanan, dari nilai tekanan terendah yaitu Gampong Kuta Alam, Gampong Lampulo, Gampong Lamdingin, Gampong Mulia, Gampong Peunayong, Gampong Lambaro Skep, Gampong Bandar Baru, Gampong Laksana, dan Gampong Keuramat. Pada saat kebutuhan air jam puncak jumlah tekanan di tiap kecamatan di wilayah Zona I PDAM Tirta Daroy berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 menunjukkan bahwa hanya Gampong Deah Raya, Gampong Tibang, Gampong Alue Naga, Gampong Jeulingke dan wilayah TPI Lampulo yang melewati tekanan minimum. Pada Tabel 4.11. diketahui pula wilayah

Zona I masih didukung oleh unit pompa *booster* dan sumber air dengan debit dan tekanan yang sama dengan tahun 2019, sehingga untuk kondisi *manometer* sumber air eksisting WTP Lambaro menghasilkan tekanan 5,53 meter pada kebutuhan air rata-rata dan 4,3 meter pada saat jam puncak. Berdasarkan keadaan eksisting di lapangan tersebut diperkirakan dapat menyebabkan tidak optimalnya debit dan tekanan pada Tahun 2029 sehingga perlu dilakukan pengembangan untuk Tahun 2029 pada sistem jaringan distribusi dan perpompaan di wilayah Zona I.

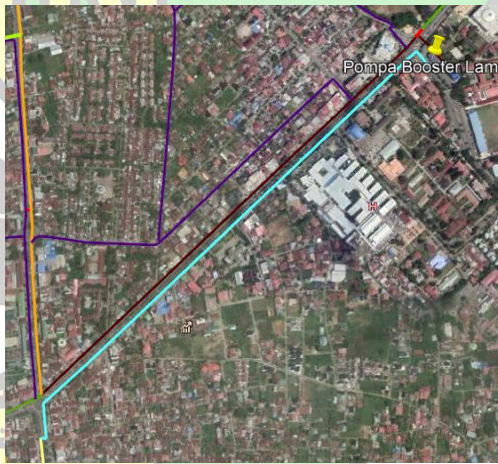
4.3.3. Pengembangan Jaringan dan Pompa Optimal Wilayah Layanan Zona I PDAM Tirta Daroy

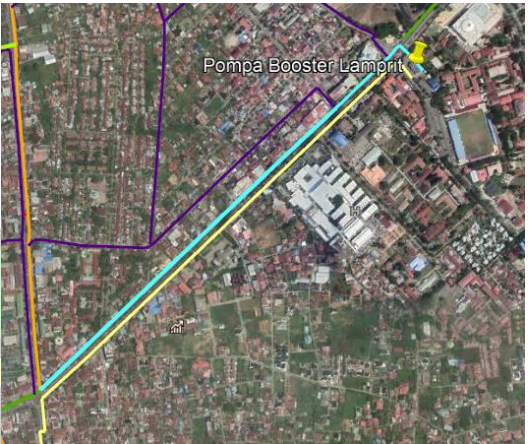
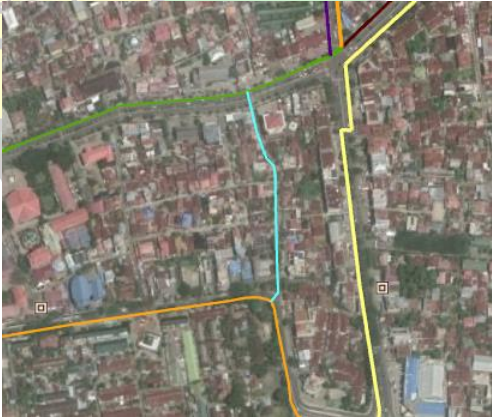
Penelitian ini memfokuskan pada pengembangan sistem jaringan distribusi air untuk wilayah Zona I PDAM Tirta Daroy di Tahun 2029 untuk mengupayakan pemenuhan debit dan tekanan optimal. Pada proses pengembangan dilakukan simulasi dengan menggunakan *Software* EPANET 2.0 dan beberapa perubahan berupa pengembangan hingga pergantian diameter pipa seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.15.

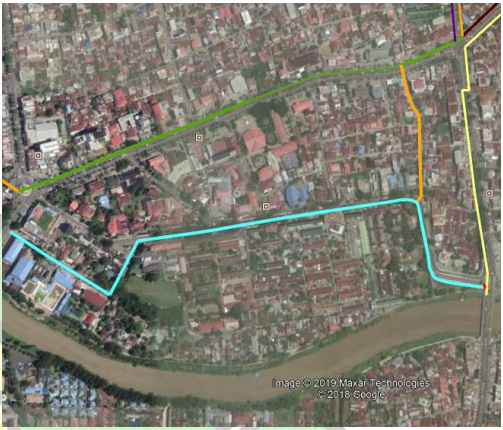


Tabel 4.15. Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Tahun 2029

No.	Penjelasan	Gambar
1.	Pergantian pipa dilakukan pada pipa yang mengalirkan debit aliran yang dikeluarkan oleh pompa <i>booster</i>, dengan pergantian pipa berdiameter 100 mm menjadi pipa 250 mm dengan panjang 16 meter	
2.	Selanjutnya, tahap kedua yang dilakukan pergantian pipa terusan lainnya yang mengarah Jalan Teuku Nyak Arief, menjadi pipa 250 mm dari sebelumnya pipa 200 mm dengan panjang pipa 1360 meter, dikarenakan aliran air dari pompa <i>booster</i> Simpang Mesra sudah terfokus menuju arah Gampong Jeulingke dengan tujuan aliran menjadi lebih optimal dan untuk mengurangi terjadinya <i>headloss</i>	

3.	Tahap ketiga, dilakukan pergantian pipa di Jalan Laksamana Malahayati sepanjang 11 meter dengan diameter pipa 200 mm menjadi 250 mm. Selanjutnya dilakukan pergantian aksesoris pipa yaitu Fitting HDPE Tee (ditunjukkan pada Gambar 4.5.) guna menyesuaikan dengan pipa yang ada di tahap pengembangan	
4.	Tahap keempat, dilakukan pergantian pipa di Jalan Teuku Moh. Daud Bereuh, pipa tersebut berasal dari sumber air WTP Lambaro menuju pompa <i>booster</i> Lamprit dengan pipa pertama berdiameter 300 mm menjadi 400 mm sepanjang 264 meter dan pipa kedua berdiameter 250 mm menjadi 400 mm dengan panjang 1282 meter	

5.	Tahap kelima yang dilakukan adalah pergantian pipa dari pipa 250 mm menjadi pipa 300 mm sepanjang 1483 meter menuju arah Gampong Bandar Baru di persimpangan lampu merah Jambo Tape dari pompa <i>booster</i> yang berada di Lamprit	
6.	Penonaktifan pipa diameter 400 mm sepanjang 106 meter dari Jalan T. Hasan Dek menuju arah Jalan Teuku Moh. Daud Beureueh, dengan debit aliran yang akan menuju Gampong Mulia, Gampong Keuramat, Gampong Laksana, hingga Gampong Peunayong	
7.	Penambahan pipa 200 mm di Jalan Potemereuhom, pipa tersebut ditambahkan dari pipa 250 mm di Jalan Teuku Moh. Daud Beureueh menuju pipa 200 mm di Jalan Teungku Angkasa sepanjang 304 meter	

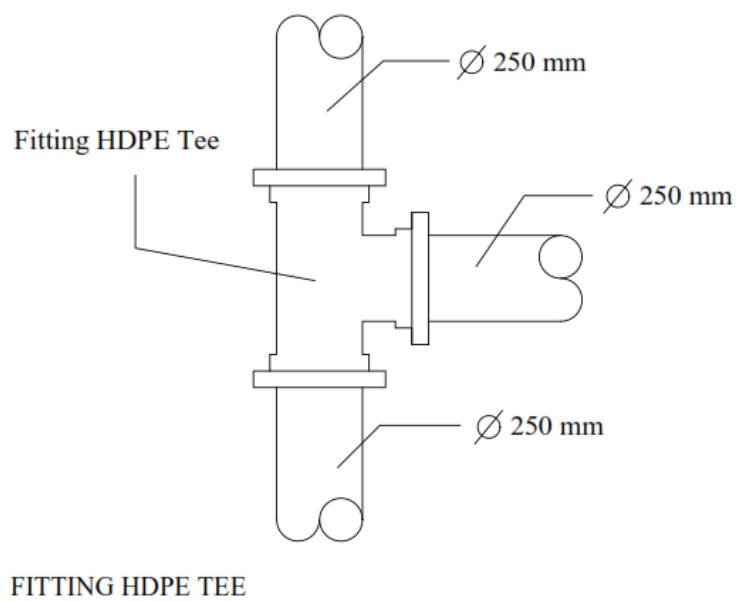
8.	Pergantian pipa di jalan Teungku Angkasa Gampong Kuta Alam dengan pipa 200 mm dari sebelumnya berdiameter 100 mm, adapun panjang pipa yang diganti sepanjang 1258 meter	
9.	Tahap terakhir, dilakukan penutupan arah pertemuan aliran yang berasal dari pipa 400 mm di Jalan T. Hasan Dek dan Jalan Teungku Angkasa. Adapun untuk debit aliran yang berada di Jalan Teungku Angkasa, bersumber langsung dari debit aliran yang dikeluarkan oleh pompa <i>booster</i> yang berada di Lamprit melalui pipa 200 mm di Jalan Potemereuhom.	

*warna biru menandakan sudah dilakukan pergantian diameter pipa

*warna merah menandakan penonaktifan dan penutupan aliran pipa

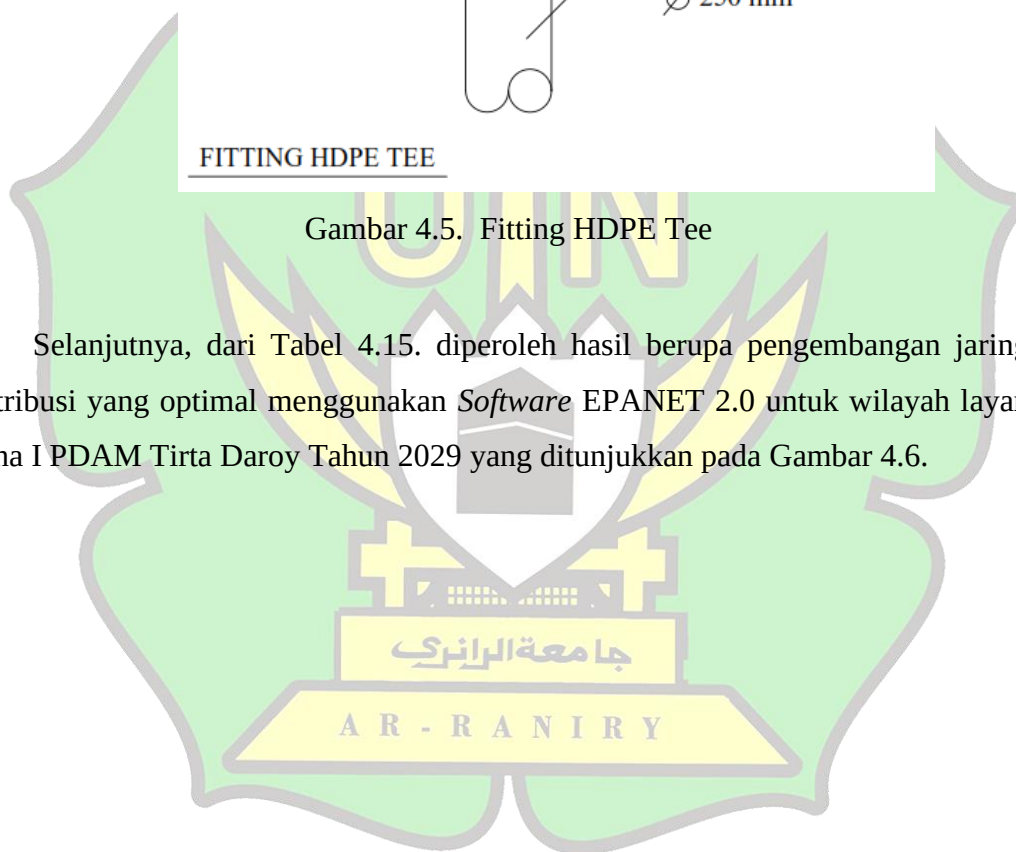
Sumber: *Google Earth* dan Hasil Penelitian

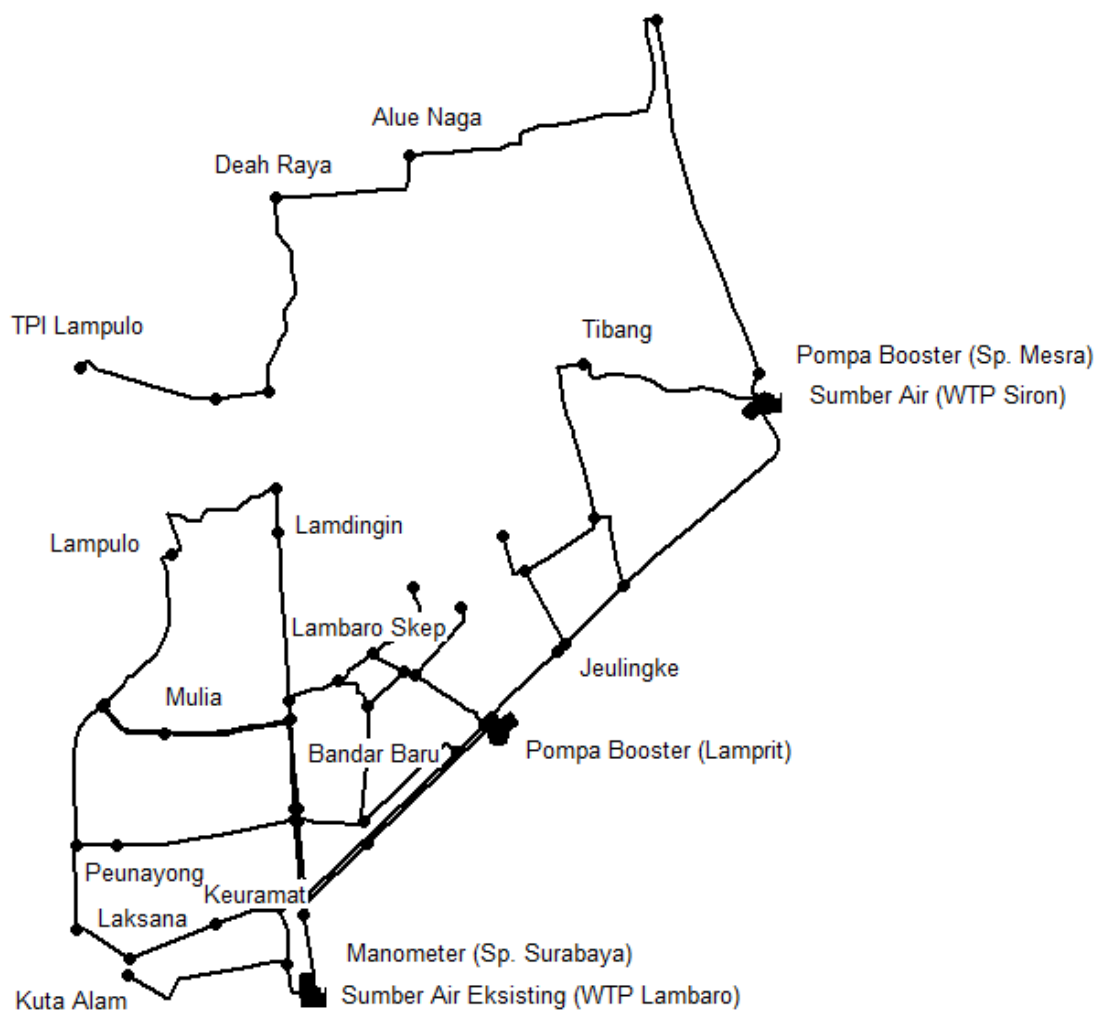
Berdasarkan pada poin 3 (tiga) yang tertera di Tabel 4.15. diperoleh informasi mengenai detail gambar Fitting HDPE Tee pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Fitting HDPE Tee

Selanjutnya, dari Tabel 4.15. diperoleh hasil berupa pengembangan jaringan distribusi yang optimal menggunakan *Software* EPANET 2.0 untuk wilayah layanan Zona I PDAM Tirta Daroy Tahun 2029 yang ditunjukkan pada Gambar 4.6.





Gambar 4.6. Pengembangan Jaringan Distribusi Optimal Untuk Wilayah Zona I
PDAM Tirta Daroy Tahun 2029

Adapun unit pompa *booster* yang berlokasi di Lamprit juga dilakukan penggantian pompa seperti ditunjukkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16. Unit Pompa Hasil Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi

Unit Pompa	Lokasi	Q (l/s)	H (m)
Pompa Booster (Sumber Air WTP Lambaro)	Lamprit	90	60

Sumber: Hasil penelitian

Pada Tabel 4.16. terdapat perubahan yang dilakukan pada saat dilakukan simulasi dengan menggunakan *Software* EPANET 2.0, bahwa sumber air WTP Lambaro agar mencapai debit dan tekanan yang optimal maka diharapkan debit sebesar 115 liter/detik dan Head senilai 7 meter sehingga pada keadaan jam puncak diperoleh tekanan pada *manometer* sebesar 6,25 meter dan pada kondisi kebutuhan air rata-rata 7 meter yang mendukung kinerja pompa *booster* yang berlokasi di Lamprit untuk wilayah layanan Gampong Bandar Baru, Gampong Keuramat, Gampong Laksana, Gampong Kuta Alam, Gampong Peunayong, Gampong Mulia, Gampong Lambaro Skep, Gampong Lamdingin, dan Gampong Lampulo. Adapun, untuk pompa lainnya yaitu pompa *booster* yang berlokasi di simpang Mesra dengan sumber air WTP Siron dinilai masih mendukung suplai air di wilayah Zona I yang melayani Gampong Jeulingke, Gampong Tibang, Gampong Alue Naga, Gampong Deah Raya dan wilayah TPI Lampulo sehingga tidak perlu dilakukan pergantian pompa *booster* dengan pompa yang baru. Debit yang dimiliki oleh pompa *booster* yang baru di wilayah Lamprit menjadi 90 liter/detik dengan Head 60 meter.

Adapun data hasil pengembangan yang sudah optimal untuk wilayah Zona I PDAM Tirta Daroy berdasarkan kebutuhan air rata-rata dan kebutuhan air pada jam puncak ditunjukkan pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17. Hasil Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Tahun 2029

No	Kecamatan	Gampong	Kebutuhan Air Rata-rata		Kebutuhan Air Jam Puncak (1,15)	
			Q (l/s)	Pressure (m)	Q (l/s)	Pressure (m)
1	Syiah Kuala	Deah Raya	2,59	21,75	2,98	11,64
2		Tibang	3,86	24,5	4,44	15,21
3		Alue Naga	4,13	21,94	4,75	11,89
4		Jeulingke	16,55	24,21	19,03	14,84
5	Kuta Alam	Keuramat	12,15	42,81	13,97	28,12
6		Laksana	13,58	42,35	15,61	27,52
7		Lamdingin	8,55	41,19	9,84	26,02
8		Mulia	14,31	40,11	16,46	24,62
9		Kuta Alam	11,77	42,48	13,54	27,7
10		Lambaro Skep	13,41	42,68	15,42	27,95
11		Bandar Baru	17,98	42,91	20,68	28,25
12		Lampulo	14,29	40,26	16,43	24,82
13		Peunayong	8,91	41,19	10,25	26,02
14		TPI Lampulo	2,1	20,45	2,41	9,96
	Jumlah		144,18		165,81	

Sumber: Hasil penelitian

Berdasarkan Tabel 4.17. diperoleh informasi, dapat diketahui bahwa besaran nilai debit kebutuhan air yang dihasilkan pada Tahun 2029 dibandingkan pada tahun 2019 mengalami perubahan yaitu mengalami kenaikan menjadi 144,18 liter/detik dan 165,81 liter/detik untuk kebutuhan air pada jam puncak. Namun untuk permasalahan tekanan dapat teratasi, dapat diperhatikan bahwa sebelumnya jumlah nilai tekanan untuk beberapa gampong di Zona I berada pada tekanan di bawah batas minimum. Setelah dilakukan pengembangan sistem jaringan distribusi berupa perubahan yang dilakukan yaitu pengembangan hingga pergantian diameter pipa dan pergantian pompa *booster* yang berlokasi di Lamprit, adapun seluruh kecamatan yang berada di wilayah Zona I telah memenuhi angka tekanan minimum sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 yaitu dengan tekanan minimum yang dianjurkan adalah 0,5 bar atau senilai dengan 5 (lima) meter.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

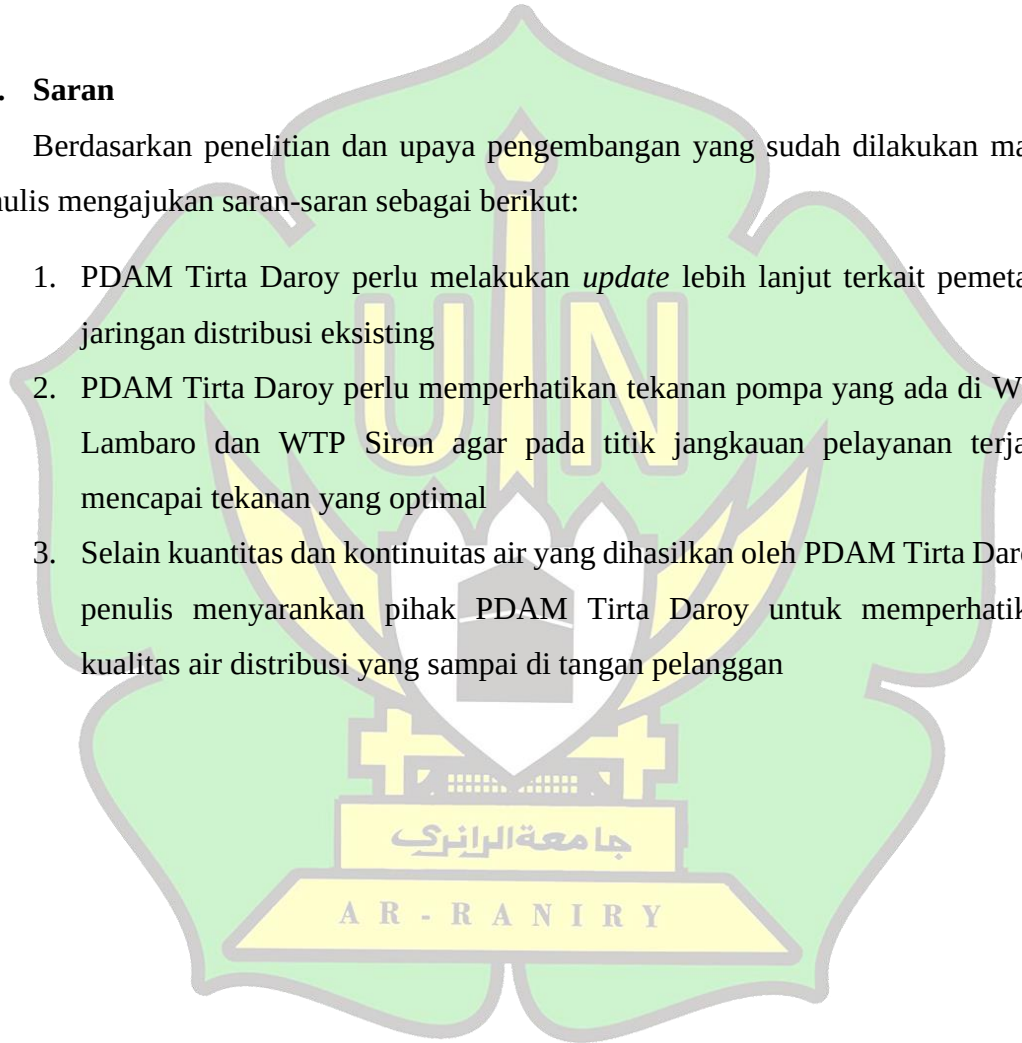
1. Total kebutuhan air bersih untuk wilayah layanan Zona I PDAM Tirta Daroy pada tahun 2029 adalah 12.457.152 liter/hari atau 144.18 liter/detik, dan untuk kebutuhan air jam puncak adalah 165,81 liter/detik.
2. Hasil penelitian ini menunjukkan perlu dilakukan beberapa perubahan di dalam upaya pengembangan jaringan distribusi Zona I PDAM Tirta Daroy yaitu:
 - 1) Pergantian pipa Ø100 mm menjadi Ø250 mm di Jalan Laksamana Malahayati sepanjang 16 meter
 - 2) Pergantian pipa Ø200 mm menjadi Ø250 mm di Jalan Laksamana Malahayati sampai dengan Jalan T. Nyak Arief sepanjang 1360 meter
 - 3) Pergantian pipa di Jalan Laksamana Malahayati sepanjang 11 meter dengan diameter pipa Ø200 mm menjadi Ø250 mm dan pergantian aksesoris pipa yaitu Fitting HDPE Tee, guna menyesuaikan dengan pipa yang ada di tahap pengembangan
 - 4) Pergantian pipa pertama yang berdiameter Ø300 mm menjadi Ø400 mm sepanjang 264 meter dan pipa kedua yang berdiameter Ø250 mm menjadi Ø400 mm sepanjang 1282 meter di Jalan T. Moh. Daud Bereueh
 - 5) Pergantian pipa Ø250 mm menjadi Ø300 mm di terusan ruas Jalan T. Moh. Daud Bereueh sepanjang 1483 meter
 - 6) Penonaktifan pipa Ø400 mm sepanjang 106 meter dari Jalan T. Hasan Dek menuju Jalan Teuku Moh. Daud Beureueh
 - 7) Penambahan pipa Ø200 mm di Jalan Potemereuhom sepanjang 304 meter
 - 8) Pergantian pipa Ø100 mm menjadi Ø200 mm sepanjang 1258 meter di Jalan Teungku Angkasa

- 9) Penutupan dan pengalihan aliran pipa Ø200 mm di Jalan Teungku Angkasa yang berlokasi di Gampong Kuta Alam
3. Hasil penelitian ini menyatakan perlu dilakukan pergantian unit pompa untuk upaya optimalisasi antara lain di lokasi Lamprit berupa pompa *booster* dengan debit 90 l/s dan Head 60 meter.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian dan upaya pengembangan yang sudah dilakukan maka penulis mengajukan saran-saran sebagai berikut:

1. PDAM Tirta Daroy perlu melakukan *update* lebih lanjut terkait pemetaan jaringan distribusi eksisting
2. PDAM Tirta Daroy perlu memperhatikan tekanan pompa yang ada di WTP Lambaro dan WTP Siron agar pada titik jangkauan pelayanan terjauh mencapai tekanan yang optimal
3. Selain kuantitas dan kontinuitas air yang dihasilkan oleh PDAM Tirta Daroy, penulis menyarankan pihak PDAM Tirta Daroy untuk memperhatikan kualitas air distribusi yang sampai di tangan pelanggan



DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Al-Layla, M. (1980). Water supply engineering and design. *Ann Arbor Science Publications. Inc., Ann Arbor, Mich.*, (34916), 284.
- Amin, M. (2011). Komputasi analisis hidraulika jaringan pipa air minum. In *PROSIDING SEMINAR NASIONAL KEBUMIHAN 2011* (pp. 3-18). UPN" VETERAN" YOGYAKARTA.
- Badan Pusat Statistik Kota Banda Aceh. (2018). Kecamatan Kuta Alam dalam Angka. Kota Banda Aceh.
- Badan Pusat Statistik Kota Banda Aceh. (2018). Kecamatan Syiah Kuala dalam Angka. Kota Banda Aceh.
- Darmasetiawan, M. (2001). Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air. Bandung: Yayasan Suryono.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2008). *Buku Saku Proyek Pelayanan Air Bersih dan Sanitasi Masyarakat Pedesaan (Community Water Services and Health Project)*. Jakarta: Departemen kesehatan Republik Indonesia, Ditjen Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan.
- Ditjen Cipta Karya. (2000). *Kriteria Perencanaan Air Bersih*. Ditjen Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum.
- Ditjen Cipta Karya. (1996). *Kriteria Perencanaan Pengolahan Air*. Ditjen Cipta Karya. Departemen Pekerjaan Umum.

- Fair, G. M., J. C. Geyer, D. A. Okun, (1956). *Water and Wastewater Engineering volume: 2 Water Purification and Wastewater Treatment Disposal*. New York: John Willey & Sons.
- Faradilla, A. R. (2014). *Laporan Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Minum*. Jakarta: Trisakti.
- Hadi, S. (1991). Analisis butir untuk instrumen. *Yogyakarta: Andi Offset*.
- Hicks, T. G., Edwards, T. W., & Harahap, Z. (1996). *Teknologi Pemakaian Pompa*. Jakarta, Penerbit Erlangga.
- Indonesia, Republik. (2005). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Indonesia, Republik. (2004). Undang-Undang Nomor 7 tentang Sumber Daya Air.
- Junaidi. (2010). Model-Model Proyeksi Penduduk. *Jurnal Repository*. Universitas Jambi.
- Kawamura. (1991). *An Integrated Calculation of Wastewater Engineering*. New York.
- Kodoatie, R. J. (2002). Hidrolika Terapan Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa. *Yogyakarta: Andi Offset*.
- Kodoatie, R. J. (1996). Pengantar Hidrogeologi. *Yogyakarta: Andi Offset*.

Kodoatie. R. J. dan Sjarief. R. (2008). *Pengelolaan Sumber Daya Air terpadu*. Yogyakarta: Andi Offset.

Laporan Keuangan PDAM Tirta Daroy. (2016). Banda Aceh.

Linsley, R.K., J.B. Franzini. (1986). *Teknik Sumber daya Air*. Penerjemah Djoko Sasongko. Jakarta: Erlangga.

Menteri Kesehatan. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/VI/2010 Tentang Kualitas Air Minum. Jakarta: Kementerian Kesehatan.

Maukari, A. M., Bunganaen, W., & Utomo, S. (2016). Perencanaan Teknis Jaringan Pipa Air Bersih di Desa Nunusunu Kecamatan Kualin Kabupaten Timor Tengah Selatan. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol 5 (1): 15-28.

Napitulu, A. A. H. (2016). Studi Implementasi Penanganan Anak di Pengadilan Berdasarkan UU SPPA. *Institute for Criminal Justice Reform, Jakarta Selatan*.

Peavy. (1985). *Environmental Engineering*, Singapore: McGraw-Hill, Inc. Sutrisno C, Totok Dkk. (1991). *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 Tentang Sistem Penyediaan Air Minum

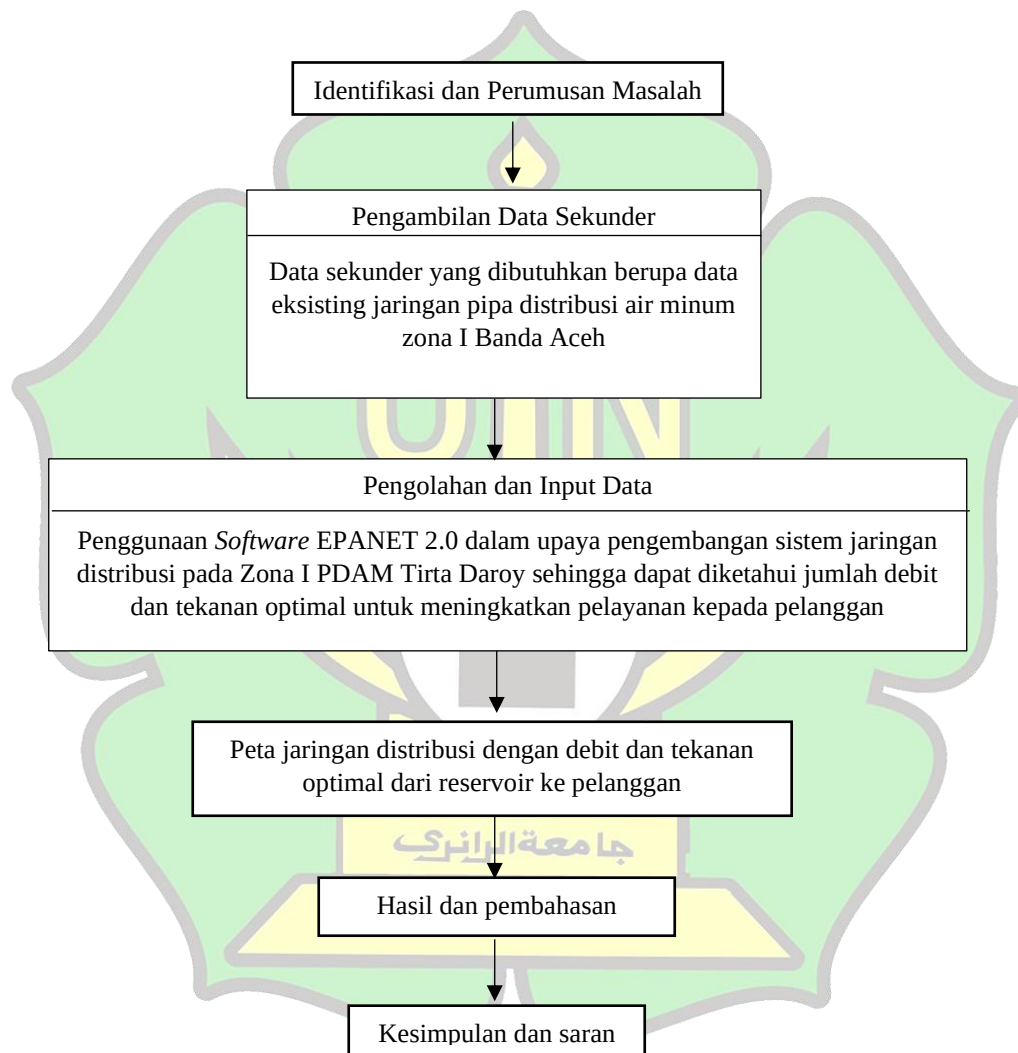
Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 18 Tahun 2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.

- Priambodo, E. A., & Indaryanto, H. (2017). Perancangan Unit Instalasi Pengolahan Air Minum Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), 51-56.
- Ramana, G. V., Sudheer, C. V., & Rajasekhar, B. (2015). Network analysis of water distribution system in rural areas using EPANET. *Procedia Engineering*, 119, 496-505.
- Rasooli, A., & Kang, D. (2016). Designing of hydraulically balanced water distribution network based on GIS and EPANET. *Int J Adv Computer Sci Appl*, 7(2), 118-125.
- Rossman, A. L. (2000). EPANET 2 Users Manual versi Bahasa Indonesia. *United States Environmental Protection Agency*.
- Schultz, C. R., Okun, D. A., Donaldson, D., & Austin, J. (1992). Surface water treatment for communities in developing countries.
- Susana, T. Y. (2012). Analisa pemanfaatan potensi air hujan dengan menggunakan cistern sebagai alternatif sumber air pertamanan pada gedung perkantoran Bank Indonesia Utilization analysis of rainwater potential by using cistern as an alternative source of water gardening at Bank Indonesia office building. *Skripsi*. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Sutrisno. (2002). *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Triatmodjo, Bambang. (1995). Hidraulika II. *Yogyakarta: Beta Offset*.
- Winarni. (2003). *Modul I: Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Universitas Trisakti.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

Diagram Alir Penelitian



LAMPIRAN B

Perhitungan Standar Deviasi

1. Tabel Standar Deviasi dari Hasil Perhitungan Aritmatika

Tahun	Jumlah penduduk	Pertambahan	% Pertambahan	Pn - Pr	(Pn - Pr) ²	r	P	Pn - P	(Pn - P) ²	Faktor Korelasi	STD
2013	52320			-734,6	539637,16		52320	0	0	0,774017925	366,575984
2014	52366	46	0,087920489	-688,6	474169,96	9,2	52766,2	-400,2	160160,04		
2015	52538	172	0,328457396	-516,6	266875,56	34,4	53212,4	-674,4	454815,36		
2016	53498	960	1,827248848	443,4	196603,56	192	53658,6	-160,6	25792,36		
2017	54551	1053	1,96829788	1496,4	2239212,96	210,6	54104,8	446,2	199094,44		
RATA²	53054,6	TOTAL		7,27596E-12	3716499,2	446,2	TOTAL	-789	839862,2		

2. Tabel Standar Deviasi dari Hasil Perhitungan Geometrik

No	Tahun	Jumlah Penduduk	n(Tn-To)	Pi - P(i-1)	Pi - P(i-1)/Pi	r	P	Pn - Pr	(Pn - Pr) ²	Pn - P	(Pn - P) ²	F. Korelasi	STD
1	2013	52320	0				52320	-734,6	539637,16	0	0	0,77945647	362,138
2	2014	52366	1	46	0,000878433	0,000175687	52753,2084	-688,6	474169,96	-387,2084	149930,36		
3	2015	52538	2	172	0,003273821	0,000654764	53190,0038	-516,6	266875,56	-652,0038	425108,94		
4	2016	53498	3	960	0,017944596	0,003588919	53630,4158	443,4	196603,56	-132,4158	17533,95		
5	2017	54551	4	1053	0,019303038	0,003860608	54074,4745	1496,4	2239213	476,52555	227076,6		
TOTAL				2231	0,041399887	0,008279977	265968,102	TOTAL	3716499,2	-695,1025	819649,85		
RATA²	53054,6												

3. Tabel Standar Deviasi dari Hasil Perhitungan *Least Square*

Tahun	Jumlah Penduduk (y)	x	x ²	x * y	a	b	P(y=a+bx)	Pertambahan	% Pertambahan	Pn - Pr	(Pn - Pr) ²	Pn - P	(Pn - P) ²	F. Korelasi	STD
2013	52320	1	1	52320	51376,4	559,4	51935,8			-734,6	539637,16	384,2	147609,64	0,841997652	306,52
2014	52366	2	4	104732			52495,2	46	0,087920489	-688,6	474169,96	-129,2	16692,64		
2015	52538	3	9	157614			53054,6	172	0,328457396	-516,6	266875,56	-516,6	266875,56		
2016	53498	4	16	213992			53614	960	1,827248848	443,4	196603,56	-116	13456		
2017	54551	5	25	272755			54173,4	1053	1,96829788	1496,4	2239212,96	377,6	142581,76		
TOTAL	265273	15	55	801413							3716499,2		587215,6		
RATA²	53054,6														

LAMPIRAN C

Perhitungan Jumlah Penduduk Wilayah Zona I Tahun 2029 menggunakan Metode *Least Square*

$$\begin{aligned}a &= \frac{\sum y \cdot \sum x^2 - \sum x \cdot \sum (xy)}{N \sum x^2 - (\sum x)^2} \\&= \frac{(265.273)(55) - (15)(801.413)}{5(55) - (15)^2} \\&= \frac{14.590.015 - 12.021.195}{275 - 225} \\&= \frac{2.568.820}{50} \\&= 51.376,4\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}b &= \frac{N \sum (xy) - \sum x \cdot \sum y}{N \sum x^2 - (\sum x)^2} \\&= \frac{5(801.413) - (15)(265.273)}{5(55) - (15)^2} \\&= \frac{4.007.065 - 3.979.095}{275 - 225} \\&= \frac{27.970}{50} \\&= 559,4\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}X_{2029} &= (2029-2013+1) \\&= 17\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y_{2029} &= a + bx_{2029} \\&= 51.376,4 + 559,4(17) \\&= 60.886 \text{ Jiwa}\end{aligned}$$

LAMPIRAN D

Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik Eksisting Tahun 2019

No	Kecamatan	Gampong	Domestik		Non Domestik						Q total (litr/hr)	F.max (1,1)	Q (NRW 20%)	F.peak (1,15)	Q (litr/dtk)
			Q (Penduduk)	Q (Hidran Umum)	Q (Sekolah)	Q (Masjid)	Q (Gereja)	Q (Hotel)	Q (Rumah Sakit)	Q (Puskesmas)					
1	Syiah Kuala	Deah Raya	139.200	23.200	-	3.000	-	-	-	-	165.400	181.940	227.425	261.539	3
2		Tibang	220.200	36.700	2.510	3.000	-	-	-	-	262.410	288.651	360.814	414.936	5
3		Alue Naga	187.800	31.300	2.550	3.000	-	-	-	-	224.650	247.115	308.894	355.228	4
4		Jeulingke	861.000	143.500	2.590	9.000	-	-	-	2.000	1.018.090	1.119.899	1.399.874	1.609.855	19
5	Kuta Alam	Keuramat	492.600	82.100	20.300	9.000	-	16.200	-	-	620.200	682.220	852.775	980.691	11
6		Laksana	439.800	73.300	3.260	3.000	-	32.100	-	-	551.460	606.606	758.258	871.996	10
7		Lamdingin	409.800	68.300	3.280	6.000	-	-	-	-	487.380	536.118	670.148	770.670	9
8		Mulia	583.200	97.200	30.560	6.000	1.500	7.650	6.000	2.000	734.110	807.521	1.009.401	1.160.811	13
9		Kuta Alam	410.400	68.400	3.240	12.000	-	7.500	13.200	-	514.740	566.214	707.768	813.933	9
10		Lambaro Skep	715.800	119.300	10.040	6.000	-	-	-	-	851.140	936.254	1.170.318	1.345.865	16
11		Bandar Baru	641.400	106.900	13.320	15.000	-	37.050	-	-	813.670	895.037	1.118.796	1.286.616	15
12		Lampulo	625.200	104.200	3.270	3.000	-	-	-	2.000	737.670	811.437	1.014.296	1.166.441	14
13		Peunayong	555.000	92.500	6.540	9.000	500	87.450	-	-	750.990	826.089	1.032.611	1.187.503	14
Jumlah			6.281.400	1.046.900	101.460	87.000	2.000	187.950	19.200	6.000	7.731.910	8.505.101	10.631.376	12.226.083	142

Sumber: Hasil Penelitian

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

LAMPIRAN E

Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik Tahun 2029

No	Kecamatan	Gampong	Domestik		Non Domestik						Q total (ltr/hr)	Q _{max} (1,1)	Q (NRW 20%)	Q _{peak} (1,15)	Q (ltr/dtk)
			Q (Penduduk)	Q (Hidran Umum)	Q (Sekolah)	Q (Masjid)	Q (Gereja)	Q (Hotel)	Q (Rumah Sakit)	Q (Puskes mas)					
1	Syiah Kuala	Deah Raya	136.800	22.800	-	3.000	-	-	-	-	162.600	178.860	223.575	257.111	3
2		Tibang	203.160	33.860	2.510	3.000	-	-	-	-	242.530	266.783	333.479	383.501	4
3		Alue Naga	217.800	36.300	2.550	3.000	-	-	-	-	259.650	285.615	357.019	410.572	5
4		Jeulingke	879.600	146.600	2.590	9.000	-	-	-	2.000	1.039.790	1.143.769	1.429.711	1.644.168	19
5	Kuta Alam	Keuramat	615.120	102.520	20.300	9.000	-	16.200	-	-	763.140	839.454	1.049.318	1.206.715	14
6		Laksana	698.400	116.400	3.260	3.000	-	32.100	-	-	853.160	938.476	1.173.095	1.349.059	16
7		Lamdingin	452.760	75.460	3.280	6.000	-	-	-	-	537.500	591.250	739.063	849.922	10
8		Mulia	724.680	120.780	30.560	6.000	1.500	7.650	6.000	2.000	899.170	989.087	1.236.359	1.421.813	16
9		Kuta Alam	603.360	100.560	3.240	12.000	-	7.500	13.200	-	739.860	813.846	1.017.308	1.169.904	14
10		Lambaro Skep	708.600	118.100	10.040	6.000	-	-	-	-	842.740	927.014	1.158.768	1.332.583	15
11		Bandar Baru	912.360	152.060	13.320	15.000	-	37.050	-	-	1.129.790	1.242.769	1.553.461	1.786.480	21
12		Lampulo	762.360	127.060	3.270	3.000	-	-	-	2.000	897.690	987.459	1.234.324	1.419.472	16
13		Peunayong	391.200	65.200	6.540	9.000	500	87.450	-	-	559.890	615.879	769.849	885.326	10
Jumlah			7.306.200	1.217.700	101.460	87.000	2.000	187.950	19.200	6.000	8.927.510	9.820.261	12.275.326	14.116.625	163

Sumber: Hasil Penelitian

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

RIWAYAT HIDUP PENULIS

1. Nama : Ilham Ramadhan
2. NIM : 150702078
3. Tempat/Tanggal Lahir : Banda Aceh/08 Januari 1998
4. Jenis Kelamin : Laki - laki
5. Agama : Islam
6. Kebangsaan : Indonesia
7. Status Perkawinan : Belum Kawin
8. Alamat : Jln. Turi II, Cot Mesjid, Lueng Bata, Banda Aceh
9. Orang Tua/Wali
 - a. Ayah : Syahril (Alm)
 - b. Pekerjaan : -
 - c. Ibu : Sa'diyah
 - d. Pekerjaan : PNS (Guru)
 - e. Alamat Orangtua : Jln. Turi II, Cot Mesjid, Lueng Bata, Banda Aceh
10. Riwayat Pendidikan
 - a. SD : SD Kartika XIV-1 Banda Aceh
 - b. SMP : SMP Negeri 2 Banda Aceh
 - c. SMA : SMA Negeri 4 Banda Aceh
 - d. Perguruan Tinggi : Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh



Banda Aceh, 15 Januari 2020

Penulis,

Ilham Ramadhan
NIM. 150702078