

**PERENCANAAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH  
ZONA KECAMATAN MANGGENG DAN KECAMATAN  
LEMBAH SABIL KABUPATEN ACEH BARAT DAYA**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan oleh:**

**GHIFFARI AZKIA ABDI  
NIM. 170702047  
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
BANDA ACEH  
2022 M/1443 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH ZONA  
KECAMATAN MANGGENG DAN KECAMATAN LEMBAH SABIL  
KABUPATEN ACEH BARAT DAYA**

**TUGAS AKHIR**

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

Diajukan Oleh:

**GHIFFARI AZKIA ABDI**

**NIM. 170702047**

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan

Banda Aceh, 12 Januari 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:

**Pembimbing I,**

**Malahayati, M.T**

**NIDN. 2027018303**

**Pembimbing II,**

**Aulia Rohendi, M.Sc**

**NIDN. 2010048202**

Mengetahui,

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

**Dr. Eng. Nur Aida, M. Si**

**NIDN. 2016067801**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PERENCANAAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH ZONA**  
**KECAMATAN MANGGENG DAN LEMBAH SABIL KABUPATEN ACEH**  
**BARAT DAYA**

**TUGAS AKHIR**

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)  
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Rabu, 12 Januari 2022

9 Jumadil Akhir 1443

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Malahayati, M.T

NIDN. 2027018303

Sekretaris,



Aulia Rohendi, M.Sc

NIDN. 2010048202

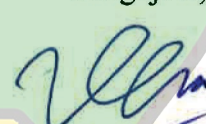
Penguji I,



Hendri Ahmadian, M.Sc

NIDN. 2004018303

Penguji II,



Vera Viena, M.T

NIDN. 0123067802

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



Dr. Azhar Amsal, M.Pd.

NIDN. 2001066802

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Ghiffari Azkia Abdi  
NIM : 170702047  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh  
Judul Skripsi : Perencanaan Jaringan Distribusi Air Bersih Zona Kecamatan Manggeng dan Lembah Sabil Kabupaten Aceh Barat Daya

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penulisan Skripsi ini, saya:

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

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

Banda Aceh, 18 November 2021

Yang membuat pernyataan,



  
Ghiffari Azkia Abdi  
NIM: 170702047

## ABSTRAK

Nama : Ghiffari Azkia Abdi  
NIM : 170702047  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Perencanaan Jaringan Distribusi Air Bersih Zona  
Kecamatan Kecamatan Manggeng dan Kecamatan  
Lembah Sabil Kabupaten Aceh Barat Daya  
Tanggal Sidang : 12 Januari 2022  
Tebal Skripsi : 84 Halaman  
Pembimbing I : Malahayati, M.T.  
Pembimbing II : Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.  
Kata Kunci : Air Bersih, Jaringan Distribusi, simulasi *Epanet 2.0*

Kondisi pendistribusian air bersih di Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil Kabupaten Aceh Barat Daya saat ini masing kurang memadai. Hal ini tidak terlepas dari banyaknya masyarakat atau gampong yang belum terlayani air bersih. Penelitian ini menggunakan metode pendekatan kuantitatif dengan merencanakan jaringan distribusi air bersih pada Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil. Upaya yang dilakukan pertama kali adalah dengan melakukan proyeksi penduduk untuk mengetahui jumlah kebutuhan air bersih yang dibutuhkan masyarakat di Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil untuk Tahun 2035. Selanjutnya dari data tersebut, dilakukan perencanaan jaringan distribusi air bersih menggunakan bantuan *software* EPANET 2.0 dengan cara mensimulasikan jenis pipa, diameter pipa, panjang pipa, kecepatan aliran air di pipa, rugi aliran di pipa dan pompa booster sehingga menghasilkan jaringan distribusi air bersih yang sesuai dengan kriteria desain di Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah penduduk sebanyak 13.581 jiwa. Kebutuhan air bersih di Kecamatan Manggeng dan Lembah Sabil, Kabupaten Aceh Barat Daya pada Tahun 2035 adalah 18,11 liter/detik. Hasil simulasi *Software Epanet 2.0* diperoleh jenis pipa yang digunakan yaitu pipa PVC dengan ukuran diameter pipa terbesar yaitu 165 mm (6 inch) dan ukuran diameter pipa terkecil yaitu 60 mm (2 inch), tekanan tertinggi berada pada junction 14 yaitu 23,78 m dan terendah

berada pada junction 12 yaitu 5,43 m. Kecepatan aliran tertinggi berada pada pipa 1 yaitu 1,08 m/s serta aliran terendah berada pada pipa 7 yaitu 0,37 m/s. Kehilangan energi tertinggi berada pada pipa 1 yaitu 9,03 m/km dan terendah pada pipa 7 yaitu 1,2 m/km. Setelah dilakukan analisis, hasil simulasi sesuai dengan kriteria perencanaan dan bisa dijadikan sebagai alternatif untuk perencanaan jaringan distribusi air bersih.



## ABSTRACT

Name : Ghiffari Azkia Abdi  
NIM : 170702047  
Study Program : Environmental Engineering  
Title : Planning of Clean Water Distribution Network for Manggeng and Lembah Sabil Sub-Districts, Aceh Barat Daya  
Defense Date : 12 January 2022  
Number Of Page : 84 Pages  
Thesis Advisor I : Malahayati, M.T.  
Thesis Advisor II : Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.  
Key Words : Clean Water, Distribution Network, EPANET 2.0 Simulation

The condition of the distribution of clean water in Manggeng Subdistrict and Lembah Sabil Subdistrict, Southwest Aceh Regency, is currently inadequate. This is inseparable from the large number of communities or villages that have not been served with clean water. This study uses a quantitative approach by planning a clean water distribution network in the Manggeng District and Lembah Sabil District Zones. The first planning effort was to do population projections to find out the amount of air needed by the community in the Manggeng District Zone and Lembah Sabil District for 2035. From the data, a clean distribution network was carried out using EPANET 2.0 software by simulating type of pipe, pipe diameter, pipe length, velocity of water flow in the pipe, flow loss in the pipe and booster pump so as to produce a clean water distribution network in accordance with the design criteria in the Manggeng District and Lembah Sabil District Zones. The results showed that the total population was 13,581 people. The need for clean water in the Districts of Manggeng and Lembah Sabil, Southwest Aceh Regency in 2035 is 18.11 liters/second. Epanet 2.0 Software simulation results obtained that the type of pipe used is PVC pipe with the largest pipe diameter of 165 mm (6 inches) and the smallest pipe diameter of 60 mm (2 inches), the highest is at junction 14 which is 23.78 m and the lowest is at intersection 12 which is 5.43 m. The highest flow velocity is in pipe 1 which is 1.08 m/s and the

lowest flow is in pipe 7 which is 0.37 m/s. The highest energy loss is in pipe 1 which is 9.03 m/km and the lowest is in pipe 7 which is 1.2 m/km. After the analysis, the simulation results are in accordance with the planning criteria and can be used as an alternative for planning the clean water distribution network.





## KATA PENGANTAR



Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dengan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Perencanaan Jaringan Distribusi Air Bersih Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil Kabupaten Aceh Barat Daya”**. Shalawat dan salam kepada baginda Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa manusia dari dunia jahiliyah menuju dunia dengan penuh ilmu pengetahuan.

Penyusunan Tugas Akhir ini guna untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh. Selama proses penyusunan Tugas Akhir, penulis banyak mendapat bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua yang sangat saya cintai, Ayahanda Usmedi dan Ibunda Rahmah yang selalu mendoakan dan memotivasi penulis baik secara moril maupun materil.
2. Ibu Malahayati, M.T., selaku pembimbing I dan Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc selaku pembimbing II Tugas Akhir di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc. selaku Sekretaris sekaligus Koordinator Tugas Akhir pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
5. Seluruh dosen di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh.

6. Kepala PDAM Gunong Kila beserta jajarannya yang telah banyak membantu dan memberikan data untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh teman-teman seperjuangan Teknik Lingkungan angkatan 2017 yang telah memberi dukungan dan motivasi bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang turut membantu penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga amalan baik mereka mendapatkan balasan dari Allah SWT dengan balasan yang berlipat ganda, perlu disadari bahwa dengan segala keterbatasan, tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga masukan dan kritikan sangat penulis harapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk semua orang khususnya untuk para pembaca yang sedang melakukan studi terkait dan dapat menjadi bahan referensi.

Banda Aceh, 18 November 2021

Penulis,

Ghiffari Azkia Abdi  
NIM.170702047

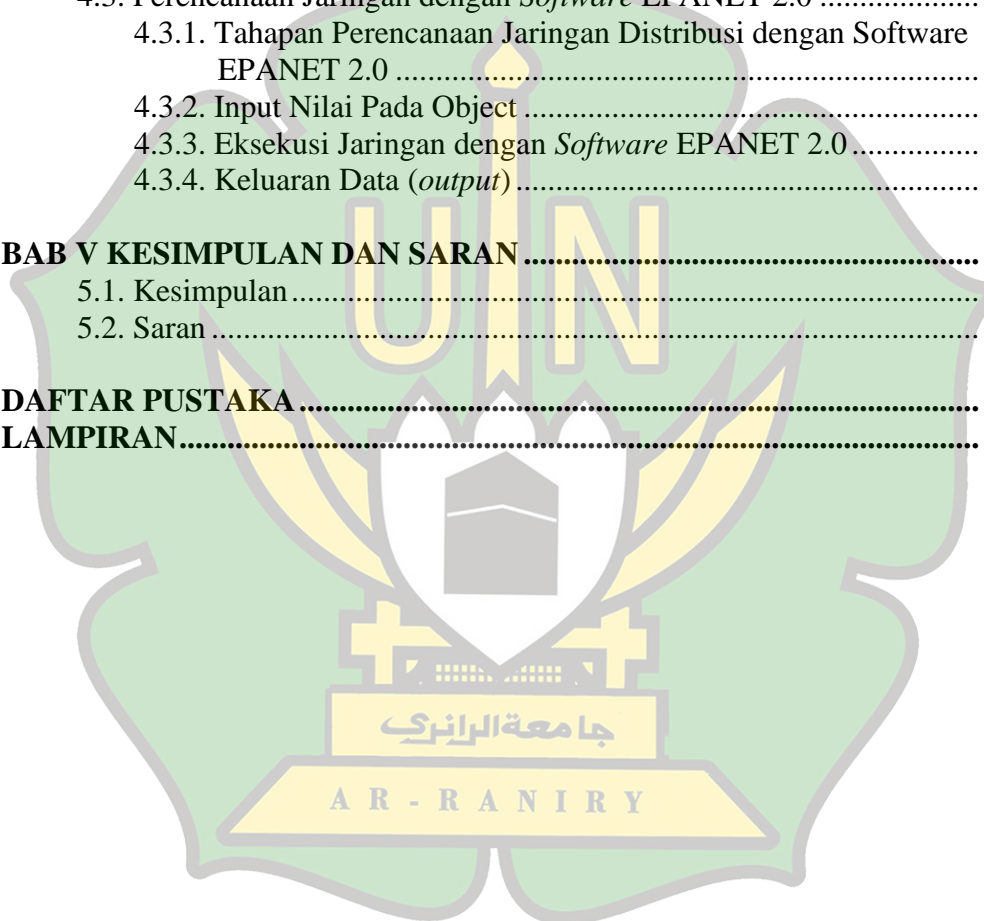
A R - R A N I R Y

## DAFTAR ISI

Halaman

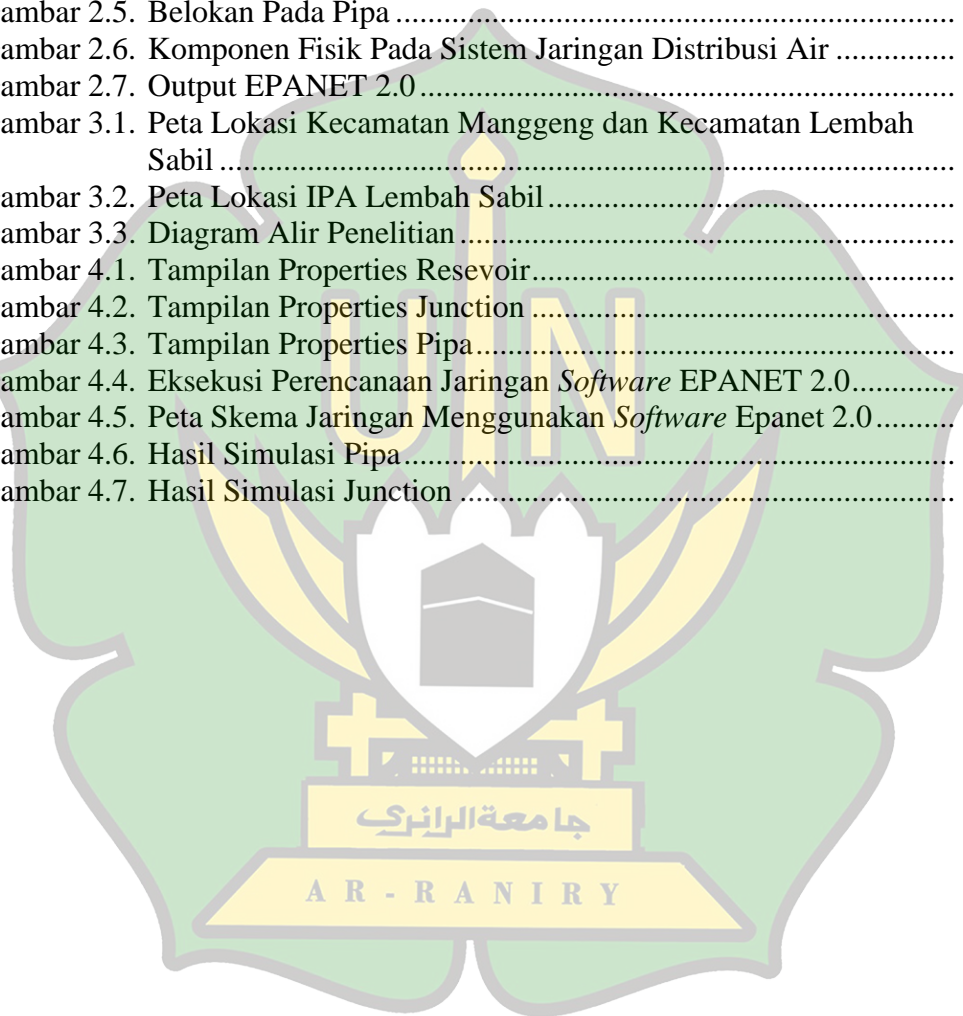
<b>LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Batasan Masalah .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1. Sistem Penyediaan Air Minum.....	6
2.1.1. Sistem Perpipaan .....	7
2.1.2. Sistem Non Perpipaan .....	7
2.3. Proyeksi Pertumbuhan Penduduk.....	8
2.3.1. Metode Aritmatika.....	8
2.3.2. Metode Geometri .....	8
2.3.3. Metode Least Square .....	9
2.2. Kebutuhan Air Bersih.....	9
2.2.1. Kebutuhan Domestik .....	11
2.2.2. Kebutuhan Non Domestik .....	12
2.2.2. Perhitungan Kebutuhan Domestik dan Non Domestik .....	14
2.4. Jaringan Pipa Distribusi.....	15
2.4.1. Sistem Pipa Distribusi .....	17
2.4.2. Diameter Pipa Distribusi .....	18
2.5. Kehilangan Energi Pada Pipa .....	19
2.5.1. <i>Major Losses</i> .....	19
2.5.2. <i>Minor Losses</i> .....	20
2.6. Model Penyediaan Sarana Air Bersih Sistem Perpipaan.....	23
2.7. <i>Software</i> EPANET 2.0.....	24
2.8. Profil Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil .....	27

<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>29</b>
3.1. Metode Penelitian .....	29
3.2. Waktu dan Lokasi .....	29
3.3. Metode Pengumpulan Data.....	31
3.4. Instrumen Penelitian .....	33
3.5. Tahapan Penelitian.....	34
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1. Proyeksi Pertumbuhan Penduduk .....	38
4.2. Proyeksi Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik.....	40
4.3. Perencanaan Jaringan dengan <i>Software</i> EPANET 2.0 .....	45
4.3.1. Tahapan Perencanaan Jaringan Distribusi dengan <i>Software</i> EPANET 2.0 .....	45
4.3.2. Input Nilai Pada Object .....	46
4.3.3. Eksekusi Jaringan dengan <i>Software</i> EPANET 2.0.....	48
4.3.4. Keluaran Data ( <i>output</i> ) .....	49
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>54</b>
5.1. Kesimpulan .....	54
5.2. Saran .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>55</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>58</b>



## DAFTAR GAMBAR

	<i>Halaman</i>
Gambar 2.1. Pipa Distribusi Sistem Percabangan .....	17
Gambar 2.2. Pipa Distribusi Sistem <i>Grid Iron</i> .....	17
Gambar 2.3. Pipa Distribusi Sistem Melingkar .....	18
Gambar 2.4. Penyempitan Pipa .....	21
Gambar 2.5. Belokan Pada Pipa .....	22
Gambar 2.6. Komponen Fisik Pada Sistem Jaringan Distribusi Air .....	26
Gambar 2.7. Output EPANET 2.0 .....	27
Gambar 3.1. Peta Lokasi Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil .....	30
Gambar 3.2. Peta Lokasi IPA Lembah Sabil .....	31
Gambar 3.3. Diagram Alir Penelitian .....	37
Gambar 4.1. Tampilan Properties Reservoir .....	47
Gambar 4.2. Tampilan Properties Junction .....	47
Gambar 4.3. Tampilan Properties Pipa .....	48
Gambar 4.4. Eksekusi Perencanaan Jaringan <i>Software</i> EPANET 2.0 .....	48
Gambar 4.5. Peta Skema Jaringan Menggunakan <i>Software</i> Epanet 2.0 .....	49
Gambar 4.6. Hasil Simulasi Pipa .....	49
Gambar 4.7. Hasil Simulasi Junction .....	52



## DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1.	Kriteria Perencanaan Air Bersih dan Standar Kebutuhan Air Domestik .....	11
Tabel 2.2.	Kriteria dan Standar Kebutuhan Air Non Domestik Untuk Kota B Kategori I, II, III, IV .....	12
Tabel 2.3.	Kriteria dan Standar Kebutuhan Air Non Domestik untuk Kategori V (Desa) .....	13
Tabel 2.4.	Kebutuhan Air Non Domestik untuk Kategori Lain .....	13
Tabel 2.5.	Kriteria Pipa Distribusi.....	15
Tabel 2.6.	Faktor Jam Puncak untuk Perhitungan Jaringan Pipa Distribusi ..	18
Tabel 2.7.	Ukuran Diameter Pipa Distribusi .....	19
Tabel 2.8.	Nilai Koefisien Kekasaran Pipa Chw (Hazen William).....	20
Tabel 2.9.	Desa yang terdapat di wilayah Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil.....	27
Tabel 3.1.	Jadwal Penelitian.....	29
Tabel 3.2.	Jumlah Penduduk Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil Tahun 2016-2020 .....	31
Tabel 3.3.	Data Koordinat dan Elevasi.....	32
Tabel 4.1.	Jumlah Penduduk Kecamatan Manggeng dan Lembah Sabil Tahun 2016-2020 .....	38
Tabel 4.2.	Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil .....	39
Tabel 4.3.	Hasil Proyeksi Penduduk Menggunakan Metode <i>Least Square</i> .....	39
Tabel 4.4.	Rekapitulasi Kebutuhan Domestik dan Non Domestik Kecamatan Manggeng dan Lembah Sabil Tahun 2021-2035 .....	41
Tabel 4.5.	Rekapitulasi Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik Kecamatan Manggeng dan Lembah Sabil Untuk Tahun 2035 .....	42
Tabel 4.6.	Data Hasil Simulasi Pipa.....	50
Tabel 4.7.	Data Hasil Simulasi Junction .....	52

## DAFTAR LAMPIRAN

*Halaman*

Lampiran A. Perhitungan Standar Deviasi dan Jumlah Penduduk dengan Metode <i>Least Square</i> .....	58
Lampiran B. Hasil Simulasi <i>Software</i> EPANET 2.0 .....	60
Lampiran C. Desa dan Pelayanan Air Bersih. ....	62
Lampiran D. Foto Dokumentasi Pengambilan Data .....	63
Lampiran E. Peta Skema Jaringan Distribusi Air Bersih.....	65
Lampiran F. Surat Observasi .....	66



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Ketersediaan dan pemenuhan kebutuhan air merupakan suatu kebutuhan dasar manusia yang harus terpenuhi dalam kehidupan sehari-hari. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, Kebutuhan air ini biasanya dipenuhi dengan adanya Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM). Pemerintah Indonesia sendiri memberikan otoritas dan tanggung jawab penuh kepada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) untuk melayani kebutuhan air masyarakat baik itu di wilayah provinsi, kotamadya, hingga kabupaten di seluruh Indonesia. Pemerintah juga mengeluarkan beberapa peraturan yang berkaitan dengan air untuk bisa dijadikan pedoman bagi PDAM seperti Peraturan Menteri Kesehatan No.492 Tahun 2010 yang diperuntukkan untuk standar baku mutu air minum dan Peraturan Menteri Kesehatan No.32 Tahun 2017 untuk standar baku mutu air bersih. PDAM dari tahun ke tahun terus meningkatkan berbagai akses terhadap pendistribusi air, hal ini tidak terlepas dari banyaknya permasalahan pada jaringan distribusi air yang terkadang membuat kualitas air yang pada awalnya layak diminum berubah kualitasnya menjadi air bersih. Selain itu, ada juga beberapa daerah yang belum memiliki pendistribusian air yang baik sehingga sulit bagi masyarakat setempat untuk memenuhi kebutuhan air dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, pada pembahasan ini dilakukan perencanaan jaringan distribusi air bersih di Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil agar mampu memenuhi kebutuhan air masyarakat setempat.

Air bersih merupakan sumber daya berupa air yang mana kualitasnya harus memenuhi syarat kesehatan untuk bisa dimanfaatkan manusia dalam berbagai aktivitas yang dilakukan serta dapat diminum apabila telah dimasak. Dewasa ini, kebutuhan air bersih akan terus mengalami peningkatan disebabkan



berbagai macam faktor baik itu kenaikan jumlah penduduk, peningkatan derajat kehidupan warga, serta perkembangan kota/kawasan ataupun hal-hal yang berhubungan dengan peningkatan kondisi sosial ekonomi masyarakat sehingga kebutuhan akan air bersih semakin tinggi. Namun, dengan jumlah kebutuhan air yang semakin hari semakin meningkat tersebut, jika tidak diimbangi dengan sistem distribusi yang baik maka air tersebut tidak dapat disalurkan ke masyarakat untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari (Tomasoa & Jacobs, 2017).

Kabupaten Aceh Barat Daya merupakan salah satu kabupaten yang terdapat di Provinsi Aceh, Indonesia. Kabupaten Aceh Barat Daya memiliki 9 (sembilan) kecamatan yang terdiri dari 150 desa atau gampong (Badan Pusat Statistika Aceh Barat Daya, 2020). Untuk melayani kebutuhan air bersih masyarakat, saat ini pelayanan air bersih di Kabupaten Aceh Barat Daya dikelola oleh PDAM Gunong Kila. PDAM Gunong Kila berdiri pada Tahun 2014 dan saat ini melayani beberapa Instalasi Pengolahan Air (IPA) di antaranya IPA Lembah Sabil dengan daerah pelayanan Kecamatan Manggeng dan Lembah Sabil, IPA Tangan-Tangan dengan daerah pelayanan Kecamatan Tangan-Tangan dan Setia, IPA Blangpidie dengan daerah pelayanan Kecamatan Blangpidie, Setia dan Susoh, IPA Jeumpa dengan daerah pelayanan Jeumpa dan Susoh dan IPA Babahrot dengan daerah pelayanan Kecamatan Babahrot (PDAM Gunong Kila, 2021).

Kebutuhan air bersih masyarakat Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil dilayani oleh Instalasi Pengolahan Air (IPA) Lembah Sabil yang berada di Kecamatan Lembah Sabil tepatnya di Gampong Kaye Aceh. IPA Lembah Sabil berdiri pada tahun 2011 dengan sumber air berasal dari sungai Krueng Baru dengan debit andalan 2.520 liter/detik dan debit intake 40 liter/detik serta debit pengolahan di IPA sebesar 20 liter/detik. Per tahun 2021, gabungan Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil mempunyai jumlah penduduk sekitar 25.502 jiwa dengan kapasitas produksi IPA Gunong Kaye Aceh saat ini sebesar 1 x 20 liter/detik (PDAM Gunong Kila, 2021).

Berdasarkan hasil wawancara dengan Pak Zikli selaku Ketua Bagian Produksi Air Bersih di Kantor Pusat PDAM Gunong Kila mengenai Instalasi Pengolahan Air (IPA) Lembah Sabil. Ada beberapa permasalahan yang terjadi di

IPA Lembah Sabil saat ini, di antaranya masih banyak masyarakat atau gampong yang belum terlayani air bersih dikarenakan belum adanya jaringan pipa distribusi air bersih yang masuk ke beberapa gampong seperti Gampong Padang Keulele, Gampong Lhung Baro, Gampong Lhok Pawoh dan gampong lainnya. Kemudian berdasarkan hasil observasi langsung di lapangan (Lihat Lampiran IV), dari jaringan pipa yang sudah masuk ke beberapa gampong juga sering mengalami kebocoron sehingga air sering kali tidak sampai ke pelanggan. Selain itu, dari beberapa IPA yang dikelola oleh PDAM Gunong Kila yang ada di Kabupaten Aceh Barat Daya, IPA Lembah Sabil juga belum memiliki peta eksisting jaringan distribusi air bersih yang terlayani (Zikli, wawancara pribadi, 16 Februari 2021). Oleh sebab itu, perlu dilakukan perencanaan jaringan distribusi air bersih di wilayah Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil dengan tujuan agar mampu memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat serta juga bisa menjadi pedoman bagi IPA Lembah Sabil dalam melayani kebutuhan air bersih masyarakat di masa sekarang maupun di masa yang akan datang.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang dan permasalahan di atas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar kebutuhan air bersih yang dibutuhkan masyarakat di Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil untuk tahun 2035?
2. Bagaimana peta jaringan distribusi air bersih di Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil menggunakan *software* EPANET 2.0?
3. Bagaimana jenis pipa, diameter pipa, panjang pipa, kecepatan aliran air di pipa, rugi aliran di pipa dan pompa booster pada jaringan distribusi air bersih di Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui jumlah kebutuhan air bersih yang dibutuhkan masyarakat di Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil untuk Tahun 2035 yang akan datang.
2. Untuk mengetahui peta jaringan distribusi air bersih di Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil menggunakan *software* EPANET 2.0
3. Untuk mengetahui jenis pipa, diameter pipa, panjang pipa, kecepatan aliran air di pipa, rugi aliran di pipa dan pompa booster pada jaringan distribusi air bersih di Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

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

1. Menerapkan ilmu pengetahuan yang didapatkan selama perkuliahan khususnya pada keilmuan teknik lingkungan.
2. Tersedianya alternatif perencanaan jaringan distribusi air bersih di Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil.
3. Memberikan masukan atau bisa menjadi pedoman bagi PDAM Gunong Kila untuk mengembangkan pelayanan air bersih untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat pada Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil.

#### **1.5. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Wilayah perencanaan jaringan distribusi air bersih adalah Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil Kabupaten Aceh Barat Daya.
2. Perencanaan hanya memprioritaskan pada jaringan distribusi air bersih, sedangkan kualitas pengolahan air tidak diperhitungkan.
3. Perencanaan jaringan distribusi air bersih ini menggunakan *software* EPANET 2.0.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORETIS**

#### **2.1. Sistem Penyediaan Air Minum**

Prasarana yang memiliki pengaruh sangat penting di dalam kehidupan manusia sehingga keberadaannya harus selalu tercukupi baik secara kualitas, kuantitas, serta kontinuitas adalah air bersih (Supardi, dkk., 2016). Kebutuhan terhadap air bersih dapat terpenuhi apabila sumber air baku yang ada dinilai mencukupi kebutuhan tersebut. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, air baku adalah segala macam air dari berbagai sumber yang ada dan telah mencapai baku mutu tertentu sebagai syarat sebagai air baku untuk diminum. Adapun kesimpulan mengenai air dan air baku adalah air yang berasal dari berbagai sumber manapun baik itu yang berasal dari cekungan maupun air permukaan yang nantinya akan diolah berdasarkan baku mutu tertentu, sehingga memenuhi syarat sebagai air bersih atau air minum untuk kebutuhan masyarakat.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum, Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) adalah serangkaian kegiatan untuk melaksanakan pengembangan hingga pengelolaan air berdasarkan manajemen untuk penyediaan air minum. Adapun kegiatan yang dilakukan sebagai penunjang pengembangan SPAM adalah dengan cara memenuhi kualitas, kuantitas, dan kontinuitas air minum. SPAM umumnya memiliki manfaat yang sifatnya pengelolaan, meliputi operasi serta pemeliharaan hingga perbaikan apabila terjadi kerusakan atau gangguan, peningkatan sumber daya manusia hingga kelembagaan. Adapun tujuan dari terlaksananya SPAM berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum adalah sebagai berikut:

1. Tercapainya hak masyarakat terhadap air, dengan cara tersedianya layanan atas air minum maupun air bersih.

2. Mewujudkan pengelolaan serta pelayanan air minum maupun air bersih yang mempunyai kualitas yang baik serta dengan harga yang terjangkau.
3. Tercapainya keseimbangan antara pelanggan dengan kelompok masyarakat hingga badan usaha milik swasta.
4. Mengupayakan terwujudnya penyelenggaraan atau penyediaan air minum yang efektif dan efisien.

Menurut Rosadi (2017), faktor lokasi dan jarak antara sumber air dengan permukiman penduduk sangat berpengaruh dalam penyediaan sarana air yang baik bagi masyarakat. Oleh sebab itu, ada 2 (dua) sistem penyediaan air yang dapat digunakan untuk memudahkan proses pengaliran air dari sumber air ke daerah pemukiman penduduk, antara lain:

#### **2.1.1. Sistem perpipaan**

Pipa digunakan sebagai alat perlengkapan utama dalam mendistribusikan air ke masyarakat pada sistem perpipaan. Sambungan Rumah (SR) dan Hidran Umum (HU) dibutuhkan sebagai unit pelayanan dalam sistem perpipaan (Rosadi, 2017). Untuk mendistribusikan air menggunakan sistem perpipaan, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya keadaan topografi, lokasi sumber air baku, beda tinggi daerah pengaliran atau daerah layanan. Menurut Supardi, dkk. (2016), Sistem pengaliran terdiri dari:

1. Pengaliran gravitasi

Sistem pengaliran ini digunakan pada suatu daerah yang sumber airnya memiliki elevasi yang lebih tinggi dari pada daerah pelayanan sehingga dapat menghasilkan tekanan yang tinggi agar dapat mengalirkan air tanpa menggunakan pompa. Jika dilihat dari segi ekonomi, sistem ini relatif cukup menghemat biaya karena proses pengaliran air yang dilakukan tidak memerlukan pemompaan namun hanya memanfaatkan kondisi ketinggian dari sumber air.

2. Pengaliran pemompaan dengan *elevated reservoir*

Sistem pengaliran ini dilakukan dengan bantuan pompa untuk bisa memasukkan air ke dalam reservoir yang memiliki elevasi yang lebih tinggi dari daerah pelayanan. Apabila air sudah dipompa ke reservoir, maka air tersebut akan

didistribusikan dengan memanfaatkan tekanan akibat elevasi reservoir yang lebih tinggi dari daerah pelayanannya (Supardi, dkk., 2016).

### 3. Pengaliran pemompaan langsung

Sistem pengaliran ini dilakukan dengan pengoptimalan kinerja pompa air yang disesuaikan dengan tingkat tekanan minimum, agar air bisa didistribusikan ke daerah pelayanan. Adapun rangkaian pipa untuk mendistribusikan air bersih disebut jaringan pipa. Pada umumnya ada 2 (dua) sistem jaringan distribusi yang sering digunakan, yaitu jaringan terbuka dan jaringan tertutup.

#### a. Jaringan terbuka

Jaringan terbuka merupakan jaringan pipa dimana air mengalir pada satu arah yang penyalurannya menggunakan jalur pipa utama (tidak saling terhubung).

#### b. Jaringan tertutup

Jaringan tertutup merupakan jaringan pipa dimana air akan mengalir melalui beberapa jalur pipa utama sehingga konsumen disuplai dari beberapa jalur pipa yang ada (saling terhubung) (Supardi, dkk., 2016).

### 2.1.2. Sistem non perpipaan

Menurut Ermawati (2018), sistem distribusi non perpipaan adalah sistem distribusi yang biasanya menyalurkan air melalui saluran-saluran terbuka atau dengan kata lain tidak menggunakan pipa sebagai alat untuk mendistribusikan air. kategori sistem distribusi non perpipaan seperti sumur umum, hidran umum, bak penampung air, mobil tangki dan sebagainya. Menurut Rosadi (2017), sumur umum biasanya digunakan pada kelompok masyarakat tertentu dengan tiap satu sumur umumnya melayani kurang lebih 20 (dua puluh) orang. Hidran umum sering dimanfaatkan secara komunal pada suatu wilayah dan biasanya dapat melayani 100 (seratus) orang dalam setiap hidran umum. Sedangkan kendaraan tangki air merupakan sarana transportasi yang digunakan untuk mendistribusikan air ke daerah-daerah yang jauh dari sumber air bersih.

## 2.2. Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Proyeksi pertumbuhan penduduk sangat diperlukan pada saat melakukan perencanaan sistem penyediaan air bersih bagi suatu wilayah. Selain tujuan utamanya untuk mengetahui pertumbuhan jumlah penduduk di suatu wilayah, proyeksi penduduk ini juga sangat dibutuhkan pada saat melakukan perencanaan kebutuhan air bagi masyarakat di masa yang akan datang. Menurut Kusmana, dkk. (2019), ada 3 (tiga) metode yang dapat digunakan untuk mengetahui proyeksi pertumbuhan penduduk, yaitu:

### 2.2.1. Metode aritmatika

Menurut Kusmana, dkk. (2019), persamaan yang digunakan di dalam metode aritmatika adalah sebagai berikut:

$$P_n = P_o + K_a (T_n - T_o) \quad (2.1)$$

$$K_a = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1} \quad (2.2)$$

Dimana:

$P_n$  = jumlah penduduk pada tahun ke n (jiwa)

$P_o$  = jumlah penduduk pada tahun dasar (jiwa)

$T_n$  = tahun ke n (tahun)

$T_o$  = tahun dasar (tahun)

$K_a$  = konstan aritmatika

$P_1$  = jumlah penduduk yang diketahui pada tahun ke 1 (jiwa)

$P_2$  = jumlah penduduk yang diketahui pada tahun ke 2 terakhir (jiwa)

$T_1$  = tahun ke 1 yang diketahui (tahun)

$T_2$  = tahun ke 2 yang diketahui (tahun)

### 2.2.2. Metode geometri

Menurut Kusmana, dkk. (2019), persamaan yang digunakan di dalam metode geometri adalah sebagai berikut:

$$P_n = P_o (1 + r)^n \quad (2.3)$$

Dimana:

$P_n$  = jumlah penduduk tahun ke n (jiwa)

$P_o$  = jumlah penduduk tahun awal (jiwa)

$n$  = periode waktu proyeksi (tahun)

$r$  = rata-rata presentase pertumbuhan penduduk per tahun (%)

### 2.2.3. Metode *least square*

Menurut Kusmana, dkk. (2019), persamaan yang digunakan di dalam metode *least square* adalah sebagai berikut:

$$P_n = a + (b \times n) \quad (2.4)$$

Dimana:

$P_n$  = jumlah penduduk pada tahun ke-n (jiwa)

$n$  = selisih tahun yang dihitung terhadap tahun awal (tahun)

$a, b$  = konstanta, yang dihitung rumus:

$$a = \frac{\sum Y \cdot \sum X^2 - \sum X \cdot \sum XY}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (2.5)$$

$$b = \frac{n \cdot \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (2.6)$$

### 2.3. Kebutuhan Air Bersih

Menurut Ermawati (2018), kebutuhan air bersih adalah banyaknya jumlah air yang diperlukan oleh masyarakat untuk bisa menunjang berbagai aktivitas yang dilakukan setiap harinya. Kebutuhan air bersih ini meliputi kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik.

Menurut Wardana (2021), ada 6 (enam) faktor yang bisa mempengaruhi kebutuhan akan air bersih, yaitu :

#### 1. Iklim

Kebutuhan air untuk sehari-hari bisa saja dipengaruhi oleh iklim tertentu, misalnya pada saat terjadinya iklim yang sifatnya hangat, tentu saja



penggunaan air menjadi lebih besar dibandingkan pada saat terjadinya musim dengan iklim dingin.

## 2. Ciri-ciri penduduk

Kebutuhan air juga bisa dipengaruhi oleh dipengaruhi oleh status ekonomi pelanggan, pelanggan dengan status ekonomi rendah umumnya jauh lebih sedikit menggunakan air dibandingkan dengan pelanggan yang memiliki ekonomi menengah ke atas. Hal ini juga berlaku pada suatu daerah dengan keadaan penduduk yang peduli lingkungan, seringkali pada daerah tersebut konsumsi air sangat rendah hanya sebesar 40 liter/kapita.hari.

## 3. Masalah lingkungan hidup

Adanya perhatian dari masyarakat yang secara berlebihan mengarah pada pemakaian teknologi-teknologi modern sehingga mempengaruhi jumlah pemakaian air pada suatu wilayah.

## 4. Keberadaan industri dan perdagangan

Kebutuhan air dalam suatu wilayah juga sangat dipengaruhi oleh adanya beberapa industri dan perdagangan, hal ini tidak terlepas dari kegunaan air sebagai sarana utama penunjang dalam berbagai kegiatan produksi.

## 5. Iuran air dan meteran

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

## 6. Ukuran kota

Ukuran kota sangat mempengaruhi kebutuhan akan air bersih. Kebutuhan air bersih di kota besar tentunya jauh lebih besar jika dibandingkan dengan kota-kota kecil. Hal ini tidak terlepas dari banyaknya bangunan- bangunan seperti hotel, perusahaan-perusahaan, bahkan taman hiburan yang sering menghabiskan air dalam jumlah yang cukup besar sehingga mempengaruhi kebutuhan akan air bersih yang ada.

### 2.3.1. Kebutuhan domestik

Menurut Mashuri, dkk. (2015), kebutuhan domestik merupakan banyaknya tingkat kebutuhan air bersih yang digunakan dalam aktivitas sehari-hari seperti pekerjaan rumah tangga dan kegiatan lainnya. Besarnya kebutuhan domestik yang diperlukan untuk perencanaan dapat dilihat dengan cara menghitung rerata kebutuhan air liter/orang/hari. Kebutuhan air perorangan tentunya akan berbeda sesuai dengan dimana orang tersebut tinggal. Secara umum, semakin besar ukuran kapasitas kota maka tingkat kebutuhan air yang dibutuhkan juga akan semakin tinggi. 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	500.00 0 s/d 1.000.00 0	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	< 20.000
		Kota Metropolitan	Kota Besars	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 harian maksimum	1.1 – 1.5 *harian	1.1 – 1.5 *harian	1.1 – 1.5 *harian	1.1 –1.5 *harian	1.1 – 1.5 *harian

4	<b>Faktor jam puncak</b>	1.5 – 3.0 *hari maks	1.5 – 3.0 *hari maks	1.5 – 3.0 *hari maks	1.5 –3.0 *hari maks	1.5-3.0 *hari maks
5	<b>Jumlah jiwa per SR (Jiwa)</b>	5	5	5	5	5
6	<b>Jumlah Jiwa per HU (Jiwa)</b>	100	100	100	100-200	200
7	<b>Sisa tekan di penyediaan distribusi (meter)</b>	10	10	10	10	10
8	<b>Jam operasi (jam)</b>	24	24	24	24	24
9	<b>Volume reservoir (%) (max demand)</b>	15 – 25	15 – 25	15 - 25	15–25	15 – 25
10	<b>SR : HU</b>	50 :50 s/d 80 :20	50 : 50 s/d 80 : 20	80 : 20	70 : 30	70 : 30

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.

### 2.3.2. Kebutuhan non domestik

Menurut Mashuri, dkk. (2015), kebutuhan non domestik merupakan suatu kebutuhan air untuk menunjang berbagai unit kegiatan seperti rumah ibadah, kebutuhan industri dan komersial serta kebutuhan lainnya yang bersifat umum seperti institusional dan lainnya. Adapun kebutuhan air untuk kebutuhan non domestik dapat dilihat pada Tabel 2.2, Tabel 2.3 dan Tabel 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: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.

**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: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.

**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: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.

### 2.3.3. Perhitungan Kebutuhan Domestik dan Non Domestik

Menurut Mashuri, dkk. (2015, perhitungan kebutuhan domestik dan non domestik dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

#### 1. Kebutuhan domestik

Kebutuhan domestik adalah kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga seperti mencuci pakaian, mandi, dan lain-lain. Untuk menghitung kebutuhan domestik, dapat digunakan persamaan 2.7.

$$\text{Kebutuhan domestik } (Q_{\text{domestik}}) = \% \text{ pelayanan } \times a \times b \quad (2.7)$$

Dimana:

a= Jumlah pemakaian air (liter/org/hari)

b= Jumlah penduduk daerah pelayanan

#### 2. Kebutuhan non domestik

Kebutuhan non domestik adalah kebutuhan air yang digunakan untuk kepentingan umum seperti tempat ibadah, kantor dan lain-lain. Namun, jika suatu wilayah tidak memiliki pelanggan non domestik maka untuk kebutuhan non domestik harus menggunakan asumsi yang telah ditetapkan dalam yaitu berkisar antara 15-20% dari kebutuhan domestik. Adapun untuk menghitung kebutuhan non domestik dapat dilihat pada persamaan 2.8.

$$Q_{\text{non domestik}} = Q_{\text{domestik}} \times \text{Asumsi kebutuhan non domestik} \quad (2.8)$$

#### 3. Kebutuhan air total

Kebutuhan air total merupakan gabungan dari kebutuhan domestik dan non domestik. Adapun untuk menghitung kebutuhan air total, dapat dilihat pada persamaan 2.9.

$$Q_{\text{total}} = \text{Kebutuhan domestik} + \text{kebutuhan non domestik} \quad (2.9)$$

#### 4. Kehilangan air

Kehilangan air umumnya disebabkan oleh kebocoran pada jaringan pipa transmisi dan distribusi. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, kehilangan air yang diperbolehkan tidak melebihi angka toleransi sebesar 20% dari kapasitas debit produksi. Adapun untuk menghitung kehilangan air dapat dilihat pada persamaan 2.10.

$$\text{Kehilangan air} = \text{Asumsi tingkat kehilangan air} \times Q_{total} \quad (2.10)$$

5. Kebutuhan air rata-rata

Kebutuhan air rata-rata adalah banyaknya total jumlah air ditambahkan dengan tingkat kehilangan air. Untuk menghitung kebutuhan air rata-rata disuatu wilayah perencanaan, maka dapat digunakan persamaan (2.11).

$$\text{Kebutuhan air rata-rata } (Q_{rata-rata}) = Q_{total} + \text{Kehilangan air} \quad (2.11)$$

6. Kebutuhan air maksimum

Kebutuhan air maksimum adalah banyaknya jumlah pemakaian air terbanyak dalam satu hari selama satu tahun. Untuk menghitung kebutuhan air maksimum disuatu wilayah perencanaan, maka dapat digunakan persamaan (2.12).

$$\text{Kebutuhan air maksimum} = Q_{rata-rata} \times \text{Faktor harian maksimum} \quad (2.12)$$

7. Kebutuhan jam puncak

Jam puncak merupakan jam dimana terjadinya pemakaian air terbesar dalam 24 jam. Untuk menghitung kebutuhan air jam puncak disuatu wilayah perencanaan, maka dapat digunakan persamaan (2.13).

$$\text{Kebutuhan jam puncak} = Q_{rata-rata} \times \text{Faktor jam puncak}. \quad (2.13)$$

#### 2.4. Jaringan Pipa Distribusi

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, perencanaan jaringan pipa distribusi memerlukan ketelitian yang baik agar tercapainya sistem distribusi yang efektif dan efisien. Adapun kriteria pipa distribusi yang baik 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
2	Faktor jam puncak	F Puncak	1,15 – 3

3	Kecepatan aliran air dalam pipa a) Kecepatan minimum b) Kecepatan maksimum - Pipa PVC atau ACP - Pipa baja atau DCIP	V min  V max V max	0,3 – 0,6 m/det  3,0 – 4,5 m/det 6,0 m/det
4	Tekanan air dalam pipa a) Tekanan minimum  b) Tekanan maksimum - Pipa PVC atau ACP - Pipa baja atau DCIP - Pipa PE 100 - Pipa PE 80	h min  h max h max h max h max	(0,5 – 1,0) atm, pada titik jangkauan pelayanan terjauh  6 – 8 atm 10 atm 12,4 MPa 9,0 MPa

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, ada 4 (empat) ketentuan yang perlu diperhatikan pada saat melakukan kegiatan perencanaan sistem distribusi air bersih, antara lain sebagai berikut:

1. Denah (*Lay-out*)

Denah (*Lay-out*) sistem distribusi yang akan direncanakan harus memperhatikan keadaan topografi wilayah yang akan dilayani dan lokasi instalasi instalasi pengolahan air.

2. Tipe sistem distribusi

Tipe sistem distribusi yang akan direncanakan ditentukan berdasarkan keadaan topografi wilayah pelayanan.

### 3. Keadaan topografi

Jika keadaan topografi wilayah pelayanan tidak bisa menggunakan sistem gravitasi dalam mengaliri air, maka bisa menggunakan sistem kombinasi gravitasi dan pompa sebagai alternatif untuk mengaliri air..

### 4. Perbedaan elevasi

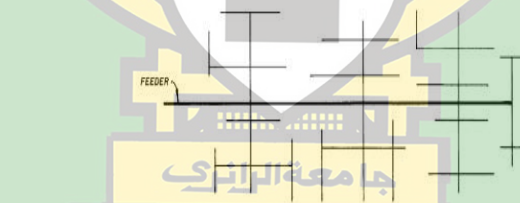
Jika terdapat perbedaan elevasi yang cukup besar atau lebih 40 m pada wilayah pelayanan, maka wilayah pelayanan tersebut diusulkan untuk dibagi menjadi beberapa zona dengan tujuan agar bisa memenuhi persyaratan tekanan minimum.

#### 2.4.1. Sistem pipa distribusi

Menurut Ermawati (2018), terdapat 3 (tiga) metode dalam jaringan pipa secara umum, antara lain sebagai berikut:

##### 1. Sistem cabang

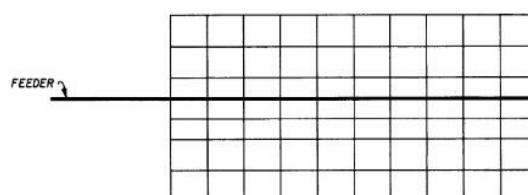
Pada sistem ini, mempunyai bentuk jaringan seperti pohon dengan cabang-cabangnya sebagai pipa utama dan pipa sekunder yang dihubungkan langsung dengan gedung seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1.** Pipa distribusi sistem percabangan  
(Sumber: Ermawati, 2018)

##### 2. Sistem *grid iron*

Pada sistem ini, semua jaringan tersambung sehingga air dapat menjangkau seluruh tempat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.

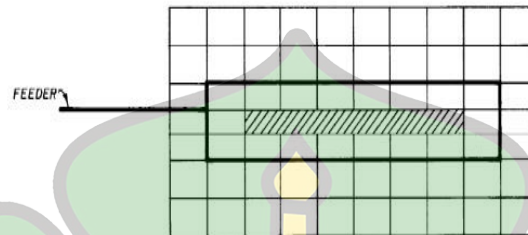


**Gambar 2.2.** Pipa distribusi sistem *grid iron*  
(Sumber: Ermawati, 2018)



### 3. Sistem melingkar

Pada sistem ini, terdapat *loop* yang berfungsi sebagai penambah tekanan pada daerah pelayanan. Pipa distribusi sistem melingkar ditunjukkan pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3.** Pipa distribusi sistem melingkar  
(Sumber: Ermawati, 2018)

#### 2.4.2. Diameter pipa distribusi

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, umumnya aliran yang terjadi pada saat jam puncak dengan sisa tekanan minimum yang ada pada jalur distribusi dapat mempengaruhi ukuran diameter pipa pada jaringan. Selain itu, Jumlah penduduk wilayah terlayani juga bisa 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 Nomor 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.

**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 Nomor 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.

## 2.5. Kehilangan Energi Pada Pipa

Menurut Maukari, dkk. (2016), kehilangan energi dalam pipa atau *head losses* terdiri dari *major losses* dan *minor losses* persamaannya adalah:

$$h_1 = h_f + h_m \quad (2.14)$$

Dimana:

$h_1$  = Kehilangan tinggi total (m)

$h_f$  = Kehilangan tinggi karena tahanan oleh permukaan pipa (m)

$h_m$  = Kehilangan tinggi karena tahanan oleh bentuk pipa (m)

### 2.5.1. Major losses

Menurut Maukari, dkk. (2016), untuk mengetahui kehilangan energi yang disebabkan karena gesekan dengan dinding atau *major losses* pada aliran seragam dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan *Hazen William* berikut ini:

$$h_1 = \left( \frac{Q}{0.2758.C.d^{2.63}} \right)^{1.85} \cdot L \quad (2.15)$$

Dimana:

C = koefisien Hazen William

$h_1$  = kehilangan tekanan (m)

d = diameter pipa (m)

Q = laju aliran ( $m^3/s$ )

L = panjang pipa (m)

Untuk melihat nilai koefisien kekasaran pipa Chw (Hazen-William) dapat dilihat pada Tabel 2.8.

**Tabel 2.8.** Nilai Koefisien Kekasaran Pipa Chw (Hazen William)

Jenis Pipa	Nilai “C” Perencanaan
Asbes Cement (ACP)	120
UPVC	120
High HDPE	130
Medium DPE	130
Ductile (DCIP)	110
Besi Tuang (CIP)	110
GIP	110
Baja	110
Pre-Stressm	120

### 2.5.2. *Minor losses*

Menurut Maukari, dkk. (2016), terdapat beberapa aliran normal atau gangguan lokal yang dapat mempengaruhi kehilangan energi *minor losses* di antaranya adalah adanya perubahan bentuk penampang yang yang bisa mengakibatkan penyempitan dan pembesaran pipa secara tiba-tiba, belokan pipa, lubang masuk dan keluar ke dan dari dalam pipa, halangan berupa pintu air, dan perlengkapan pipa seperti sambungan, katup dan percabangan.

#### 1. Kehilangan energi akibat penyempitan (*contraction*)

Berikut perhitungan untuk mengetahui kehilangan energi akibat penyempitan.

$$h_c = k_c \cdot \frac{(V_2)^2}{2g} \quad (2.16)$$

Dimana:

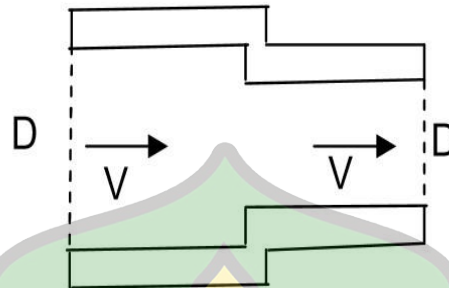
$h_c$  = kehilangan energi akibat penyempitan tampang (m)

$k_c$  = koefisien kehilangan energi akibat penyempitan tampang

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

$G$  = percepatan gravitasi ( $9,81 \text{ m/dtk}^2$ )

Adapun penyempitan pipa dapat dilihat pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4.** Penyempitan pipa  
(Sumber : Maukari, dkk. 2016)

2. Kehilangan energi akibat pembesaran tampang (*Expansions*)

Berikut perhitungan untuk mengetahui kehilangan energi akibat pembesaran tampang.

$$h_e = K_e \cdot \frac{(V_2)^2}{2g} \quad (2.17)$$

Dimana:

$h_e$  = 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 ( $9,81 \text{ m/dtk}^2$ )

$$k_e = \left( \frac{A_1}{A_2} - 1 \right)^2 \quad (2.18)$$

Dimana:

$k_e$  = koefisien kehilangan energi akibat pembesaran tampang

$A^2$  = luas penampang pipa 2 ( $\text{m}^2$ )

$A^1$  = luas penampang pipa 1 ( $\text{m}^2$ )

3. Kehilangan energi akibat belokan

Berikut perhitungan untuk mengetahui kehilangan energi belokan.

$$h_b = n k_b \frac{(V_2)^2}{2g} \quad (2.19)$$

Dimana:

$h_b$  = kehilangan energi akibat belokan pipa (m)

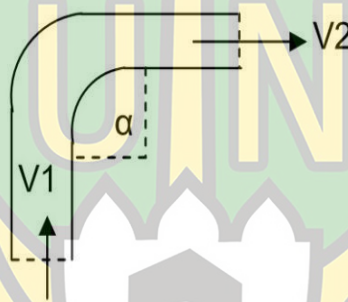
$n$  = jumlah belokan

$k_b$  = koefisien kehilangan pada belokan pipa

$V_2$  = kecepatan aliran dalam pipa (m/dtk)

$g$  = percepatan gravitasi (m/dtk<sup>2</sup>)

Adapun belokan pada pipa dapat dilihat pada Gambar 2.5.



**Gambar 2.5.** Belokan pada pipa  
(Sumber : Maukari, dkk. 2016)

#### 4. Kehilangan energi akibat katup

Katup berfungsi sebagai salah satu alat untuk bisa mengontrol kapasitas suatu aliran, namun adakalanya pemasangan katup tersebut dapat menyebabkan kerugian energi karena alirannya diperkecil. Berikut perhitungan untuk mengetahui kehilangan energi akibat katup.

$$h_v = n k_v \frac{V^2}{2g} \quad (2.20)$$

Dimana:

$h_v$  = kehilangan energi akibat katup/valve (m)

$n$  = jumlah katup/valve

$k_v$  = koefisien kehilangan energi akibat katup/valve

$V$  = kecepatan aliran (m/dtk)

## 2.6. Model Penyediaan Sarana Air Bersih Sistem Perpipaan

Berdasarkan Keputusan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2008 tentang buku saku proyek pelayanan air bersih dan sanitasi masyarakat pedesaan, tahapan dalam perencanaan sistem perpipaan yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Tinjauan terhadap 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 sudah dilengkapi dengan jalan, bangunan rumah, sungai, masjid, kantor, gereja, jembatan sehingga merupakan peta desa.
  - b. Peta desa yang telah tergambarkan dibuat tanda pada posisi bangunan penting seperti sekolah, masjid, gereja, kantor.
  - c. Buat peta letak jaringan pipa lengkap dengan bangunan pelengkap yang diperlukan sampai dengan titik penempatan bangunan pelayanan.
  - d. Tentukan jenis pipa sesuai kriteria desain.
  - e. Tentukan diameter pipa.
  - f. Penentuan diameter pipa dan perhitungan hidrolis menggunakan program yang sudah baku.

Pada penelitian dengan melakukan analisis jaringan perpipaan distribusi air bersih, menurut Amin (2017) perlu adanya sarana pendukung seperti *software* EPANET 2.0, WaterCad 8.0, dan Pipe Flow Expert 2010 untuk memudahkan peneliti dalam melakukan analisis. Umumnya dalam kegiatan analisis jaringan perpipaan, kebanyakan peneliti lebih sering memakai *software* EPANET 2.0 karena dinilai lebih mudah didapatkan dan digunakan meskipun dengan komputer yang tidak memiliki spesifikasi tinggi.

## 2.7. Software EPANET 2.0

Menurut Rossman (2000), EPANET 2.0 merupakan sebuah program yang dikembangkan oleh *U.S. Environmental Protection Agency (EPA)* pada jaringan komputer. EPANET 2.0 memiliki berbagai macam keunggulan dalam proses 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 2.0 juga mampu mensimulasikan bagaimana kualitas air di dalam jaringan pipa bertekanan dan melakukan simulasi dengan sistem hidrolis. Menurut Ramana, dkk. (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 persamaan Hazen William, Darcy-Weisbach, dan Manning yang digunakan di dalam perhitungan kehilangan tekanan akibat gesekan.

### 1. Darcy-Weisbach

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (2.21)$$

Dimana:

$h_f$  = 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/dtk<sup>2</sup>)

### 2. Hazen William

$$h_1 = \left( \frac{Q}{0.2758.C.d^{2.63}} \right)^{1.85} \cdot L \quad (2.22)$$

Dimana:

$C$  = koefisien Hazen William

$h_1$  = kehilangan tekanan (m)

$d$  = diameter pipa (m)

$Q$  = laju aliran ( $m^3/s$ )

$L$  = panjang pipa (m)

### 3. Manning

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (2.23)$$

$$S = \frac{h_1}{L} \cdot R = \frac{A}{P} \quad (2.24)$$

Dimana:

$V$  = kecepatan aliran (m/dtk)

$n$  = koefisien manning

$R$  = radius hidrologik (m)

$S$  = slope/kemiringan

$h_1$  = headloss

$L$  = panjang saluran (m)

$A$  = luas penampang basah saluran ( $m^2$ )

$P$  = keliling penampang basah saluran (m)

Menurut Rossman (2000), *software* EPANET 2.0 membutuhkan beberapa input data yang harus dipenuhi agar output data yang dihasilkan sesuai dengan apa yang diharapkan. Input data yang dibutuhkan *software* EPANET 2.0 ini bertujuan untuk memudahkan proses analisis, evaluasi, dan simulasi jaringan distribusi air.

Adapun input data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. Peta
2. *Node*/junction/titik dari komponen distribusi
3. Elevasi
4. Panjang pipa distribusi
5. Diameter dalam pipa
6. Jenis pipa yang digunakan
7. Jenis sumber
8. Spesifikasi pompa (bila menggunakan pompa)
9. Beban masing-masing node

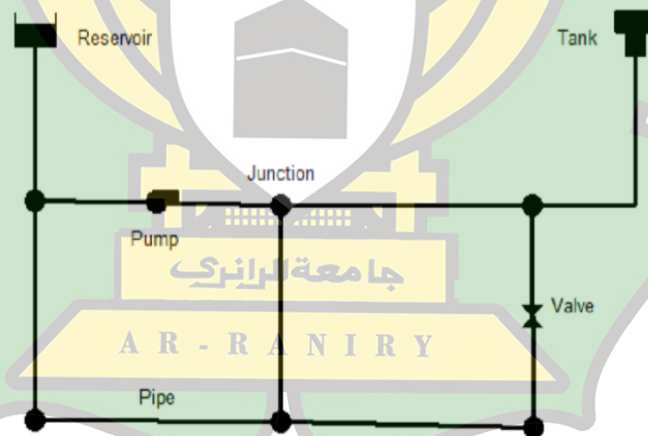


10. Faktor fluktuasi pemakaian air

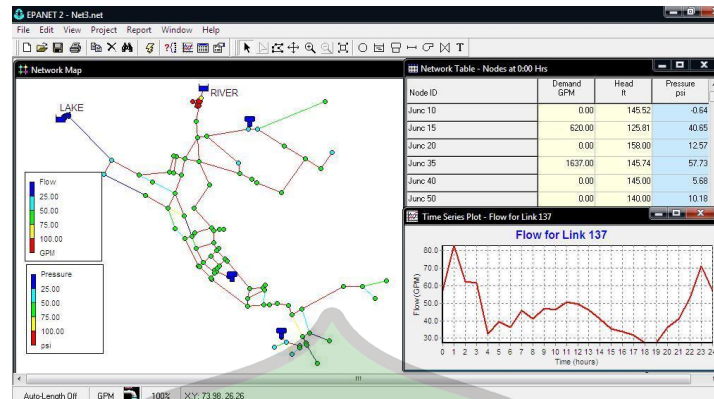
Adapun output data yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

1. Peta eksisting jaringan distribusi air
2. Hidrolik head masing-masing titik
3. Tekanan dan kualitas air

Pemodelan sistem distribusi yang diberikan oleh komponen fisik dari EPANET 2.0 dapat berupa kumpulan garis yang menghubungkan *node-node* (Rossman, 2000). Gambaran pipa, pompa hingga katup kontrol digambarkan dengan bentuk garis-garis. Adapun seperti sambungan pipa, tangki, dan reservoir diilustrasikan dengan *node*. Bagaimana ilustrasi *node* dan garis dapat dihubungkan hingga membentuk suatu jaringan serta output data yang dapat dihasilkan dari proses simulasi menggunakan *software* EPANET 2.0 dapat dilihat pada Gambar 2.6 dan Gambar 2.7.



**Gambar 2.6.** Komponen fisik pada sistem jaringan distribusi air  
(Sumber: Rossman, 2000).



**Gambar 2.7.** Output EPANET 2.0  
(Sumber: Rossman,2000)

## 2.8. Profil Zona Kecamatan Manggeng dan Lembah Sabil

Manggeng dan Lembah Sabil merupakan 2 (dua) kecamatan yang berada di Kabupaten Aceh Barat Daya, kedua kecamatan ini dulunya bernama Kecamatan Manggeng Raya, namun dengan adanya pemekaran yang dilakukan pemerintah Kabupaten Aceh Barat Daya akhirnya kecamatan ini dibagi menjadi 2 (dua) kecamatan berdasarkan Qanun Kabupaten Aceh Barat Daya Nomor 5 Tahun 2006 Tentang Pembentukan Kecamatan Lembah Sabil yang saat itu dipimpin oleh Bupati Akmal Ibrahim. Per tahun 2021, gabungan Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil memiliki total jumlah penduduk sebesar 25.502 jiwa dan terdapat 32 gampong yang ada di dalamnya. Dengan perincian Kecamatan Manggeng terdiri atas 18 gampong sedangkan Kecamatan Lembah Sabil terdiri dari 14 gampong (Badan Pusat Statistika Aceh Barat Daya, 2020). Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.9.

**Tabel.2.9.** Gampong di Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil

No.	Kecamatan	Mukim	Gampong
1.	Manggeng	Blang Manggeng	Kedai
			Padang
			Paya
			Tengah
			Seunulop
			Lhok Puntoy
			Ladang Panah
Pusu Ingin Jaya			

			Lhung Baro
			Tokoh
			Ujung Padang
			Pante Raja
		Sejahtera	Blang Manggeng
			Sejahtera
			Lhok Pawoh
			Pante Pirak
			Panton Makmur
			Pante Cermin
2.	Lembah Sabil	Suak Beurembang	Cot Bak U
			Meunasah Sukon
			Meunasah Teungoh
			Geulanggang Batee
			Kuta Paya
			Ujong Tanoh
			Padang Keulele
			Ladang Tuha I
			Ladang Tuha II
			Alue Rambot
			Suka Damai
			Meurandeh
			Tokoh II
			Kaye Aceh

Sumber : Badan Pusat Statistika Aceh Barat Daya (2020)



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan kuantitatif dengan merencanakan jaringan distribusi air bersih pada Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil. Upaya yang dilakukan pertama kali adalah dengan melakukan proyeksi penduduk untuk mengetahui berapa besar kebutuhan air bersih yang dibutuhkan masyarakat di Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil untuk Tahun 2035. Selanjutnya dari data tersebut, dilakukan perencanaan jaringan distribusi air bersih menggunakan bantuan *software* EPANET 2.0 untuk merencanakan jaringan distribusi air bersih dengan cara menyimulasikan jenis pipa, diameter pipa, panjang pipa, kecepatan aliran air di pipa, rugi aliran di pipa dan pompa booster sehingga menghasilkan jaringan distribusi air bersih yang sesuai dengan kriteria desain di Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil.

#### 3.2. Waktu dan Lokasi

##### 3.2.1. Waktu

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan, yaitu dimulai dari bulan Oktober 2021 sampai bulan Desember 2021. Matriks jadwal penelitian ditunjukkan pada Tabel 3.1.

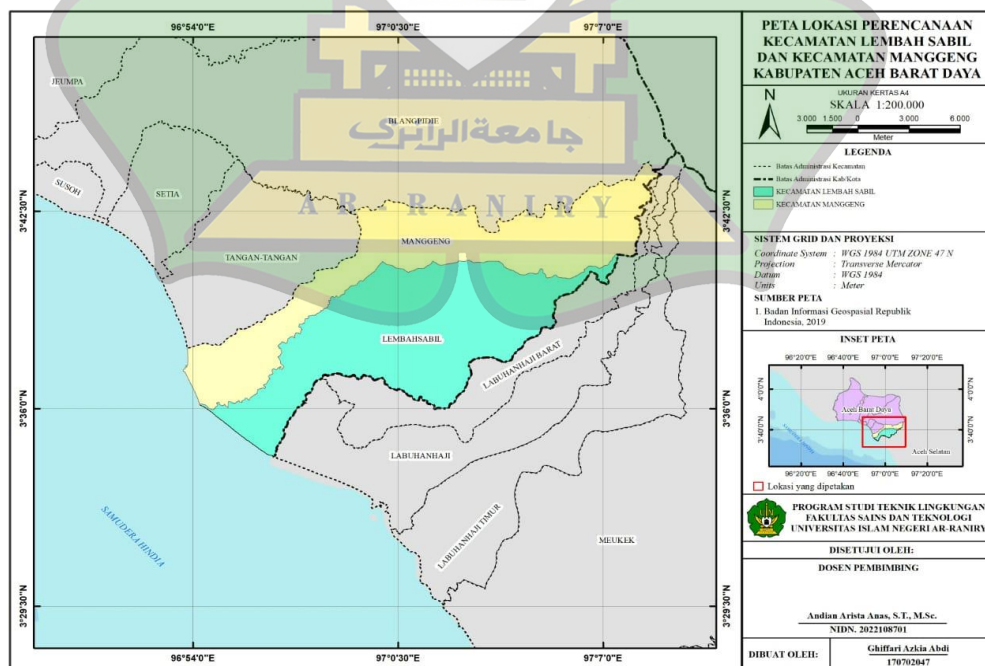
**Tabel 3.1.** Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	2021											
		Oktober				November				Desember			
		Minggu ke-				Minggu ke-				Minggu ke-			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Pengajuan judul												
2.	Observasi awal												
3.	Pembuatan proposal												

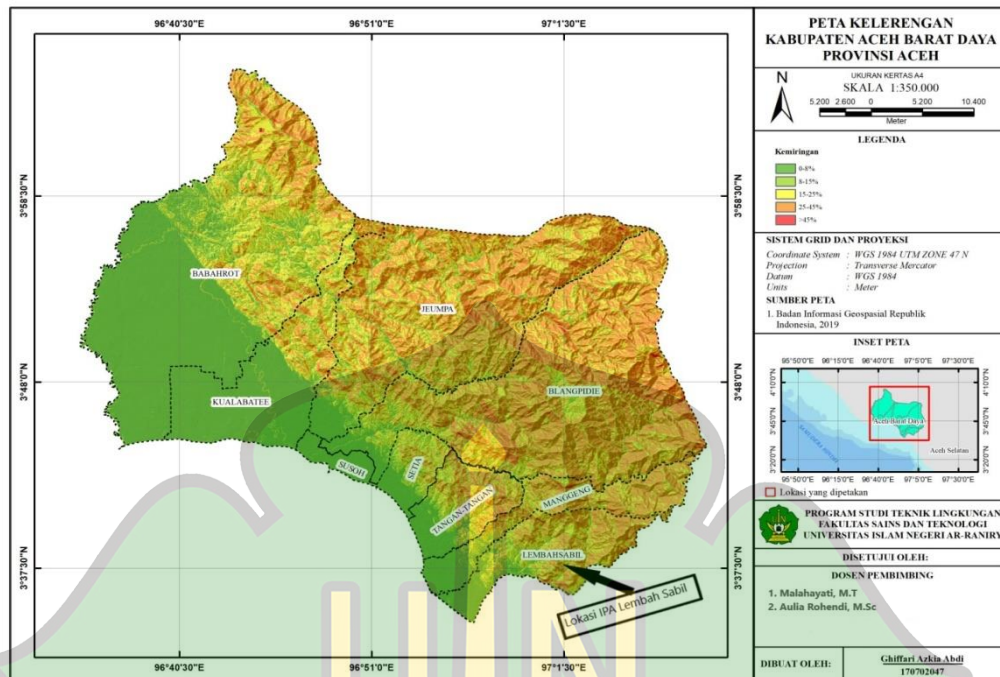
4.	Seminar proposal																		
5.	Pelaksanaan penelitian dan analisis data																		
6.	Konsultasi dengan Dosen Pembimbing																		
7.	Penyelesaian Tugas Akhir																		
8.	Sidang Munaqasyah Tugas Akhir																		

**3.2.2. Lokasi**

Lokasi penelitian ini dilakukan di Instalasi Pengolahan Air (IPA) Lembah Sabil yang berada di Jl. Guru Cheh Bheh Nomor 2 (dua) Gampong Kayee Aceh Kecamatan Lembah Sabil Kabupaten Aceh Barat Daya. Lokasi yang dianalisis adalah wilayah layanan Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil. Peta lokasi Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil dapat dilihat pada Gambar 3.1. dan Peta lokasi IPA Lembah Sabil dapat dilihat pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.1.** Peta Lokasi Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil



**Gambar 3.2.** Peta Lokasi IPA Lembah Sabil

### 3.3. Metode Pengumpulan Data

Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data sekunder sebagai berikut:

#### 1. Data jumlah penduduk

Data jumlah penduduk selama 5 (lima) tahun terakhir diperoleh dari Badan Pusat Statistika Kabupaten Aceh Barat Daya. Data ini akan digunakan untuk menghitung proyeksi penduduk yang direncanakan akan dilayani oleh PDAM Gunong Kila pada tahun 2035. Adapun data jumlah penduduk Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil dapat dilihat pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2.** Jumlah Penduduk Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil Tahun 2016- 2020

No.	Desa	Jumlah Penduduk (Jiwa)				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	Kedai	1.093	1.104	1.115	1.125	1138
2	Padang	1.034	1.044	1.054	1.064	1.075
3	Lhung Baro	586	592	599	604	610
4	Tokoh	557	563	568	574	580
5	Lhok Pawah	770	778	785	792	797

6	Pante Pirak	1.405	1.419	1.430	1.442	1.450
7	Cot Bak'u	1.068	1.080	1.091	1.101	1.109
8	Meunasah Suko	755	762	770	776	784
9	Meunasah Tengah	826	834	843	851	856
10	Geulanggang Batee	568	574	579	585	594
11	Kuta Paya	77	78	77	78	79
12	Padang Keuleele	707	715	721	727	732
13	Meurandeh	992	1002	1011	1022	1033
14	Kayee Aceh	1.058	1.068	1.079	1.089	1.096
Total		11.496	11.613	11.722	11.830	11.933

Sumber: Badan Pusat Statistika Kabupaten Aceh Barat Daya Tahun 2020

## 2. Koordinat dan elevasi

Pengukuran koordinat dan elevasi dilakukan dengan menggunakan bantuan *software Google Earth*. Adapun data koordinat dan elevasi Desa yang dilayani oleh IPA Lembah Sabil dapat dilihat pada Tabel 3.3.

**Tabel 3.3.** Data Koordinat dan Elevasi

No.	Desa	Elevasi	Koordinat	
			x	y
1	Kedai	16 meter	6215.04	7203.08
2	Padang	15 meter	6022.53	7004.03
3	Lhung Baro	13 meter	4257.44	8711.15
4	Tokoh	14 meter	5270.37	6251.87
5	Lhok Pawah	4 meter	951.24	8486.88
6	Pante Pirak	8 meter	2271.92	9153.71
7	Cot Bak'u	24 meter	7106.13	6615.99
8	Meunasah Sukon	26 meter	7470.94	6289.06
9	Meunasah Tengah	18 meter	7318.69	5786.08
10	Geulanggang Batee	15 meter	7428.42	4896.26
11	Kuta Paya	13 meter	6992.00	4272.00
12	Padang Keuleele	13 meter	6438.85	4521.17
13	Meurandeh	17 meter	4521.17	7094.65

14	Kayee Aceh	42 meter	8706.90	5672.08
----	------------	----------	---------	---------

Sumber: *software Google Earth*.

3. Data peta lokasi Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil

Peta lokasi lokasi Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil diperoleh dari Badan Informasi Geospasial Republik Indonesia serta dilakukan pemetaan dengan menggunakan bantuan *software Quantum Geographical Information System (QGIS)* (Lihat Gambar 3.1 dan Gambar 3.2).

4. Kondisi Keterbaruan lokasi

Lokasi IPA Lembah Sabil berada di area pegunungan tepatnya di Gampong Kayee Aceh Kecamatan Lembah Sabil. Saat ini, IPA Lembah Sabil memanfaatkan sumber air yang berasal dari Sungai Krueng Baru yang berada tidak jauh dari lokasi instalasi. Air yang bersumber dari sungai Krueng Baru ini akan dialirkan ke unit instalasi dengan bantuan pompa untuk dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dialirkan kepada masyarakat yang berada di Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil dengan menggunakan sistem gravitasi (Tarmizi, wawancara pribadi, 16 Februari 2021).

5. Data debit sumber

Sumber air yang dimanfaatkan IPA Lembah Sabil berasal dari Sungai Krueng Baru. Sungai Krueng Baru sendiri mempunyai debit andalan sebesar 2.520 liter/detik dengan kapasitas debit intake sebesar 40 liter/detik serta kapasitas produksi di unit reservoir sebesar 1x20 liter/detik (PDAM Gunong Kila, 2021).

### 3.4. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *software* EPANET 2.0. Adapun *software* pendukung yang digunakan adalah QGis.3.16 dan *Google Earth* sebagai upaya penunjang keberhasilan perencanaan jaringan distribusi air bersih zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil Kabupaten Aceh Barat Daya.



### **3.5. Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian merupakan penjelasan mengenai tahapan proses penelitian yang akan dilakukan (Lihat Gambar 3.2). Adapun penjelasan mengenai tahapan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

#### **3.5.1. Tahap persiapan awal**

Pada tahap persiapan awal dilakukan observasi lapangan, perumusan masalah, studi literatur, dan pengajuan judul kepada dosen pembimbing dan meminta persetujuan untuk melakukan penelitian pada lokasi penelitian hingga memperoleh izin melakukan penelitian dari pemilik lokasi penelitian.

#### **3.5.2. Pengumpulan data**

Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data sekunder sebagai berikut:

- a. Data jumlah penduduk
- b. Koordinat dan elevasi
- c. Peta lokasi penelitian
- d. Kondisi keterbaruan lokasi
- e. Data debit sumber air

#### **3.5.3. Analisis data**

Analisis data pada penelitian ini terdiri dari 3 (tiga) tahap, yaitu:

- a. Analisis proyeksi pertumbuhan penduduk hingga tahun 2035

Untuk mengetahui jumlah kebutuhan air yang akan dilayani, maka perlu dihitung proyeksi jumlah penduduk hingga umur rencana perencanaan. Hal utama yang diperlukan untuk menentukan proyeksi penduduk adalah mengetahui jumlah penduduk Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil beberapa tahun terakhir (Lihat Tabel 3.1). Setelah diketahui jumlah penduduk, maka akan dilakukan proyeksi jumlah penduduk dengan menggunakan 3 (tiga) metode yaitu:

- 1) Metode aritmatika  
Persamaan yang digunakan di dalam metode aritmatika adalah persamaan 2.1 dan persamaan 2.2.
- 2) Metode geometri  
Persamaan yang digunakan di dalam metode geometri adalah persamaan 2.3
- 3) Metode *least square*  
Persamaan yang digunakan di dalam metode *least square* persamaan 2.4, persamaan 2.5 dan persamaan 2.6.

Setelah dilakukan perhitungan dengan ketiga metode tersebut, metode yang dipilih adalah metode yang memiliki nilai standar deviasinya paling kecil jika dibandingkan dengan metode yang lain serta memiliki faktor korelasi yang paling mendekati angka 1.

b. Analisis kebutuhan air

Untuk mengetahui cukup atau tidaknya ketersediaan air, maka perlu diketahui terlebih dahulu proyeksi penduduk, lalu berdasarkan proyeksi tersebut dihitung kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik. Adapun perhitungan yang dilakukan meliputi:

- 1) Kebutuhan domestik  
Untuk menghitung kebutuhan domestik dapat dilihat pada persamaan 2.7.
- 2) Kebutuhan non domestik  
Untuk menghitung kebutuhan non domestik dapat dilihat persamaan 2.8.
- 3) Kebutuhan air total  
Untuk menghitung kebutuhan domestik dapat dilihat pada persamaan 2.9.
- 4) Kehilangan air  
Untuk menghitung kebutuhan domestik dapat dilihat pada persamaan 2.10.
- 5) Kebutuhan air rata-rata  
Untuk menghitung kebutuhan domestik dapat dilihat pada persamaan 2.11.
- 6) Kebutuhan air maksimum  
Untuk menghitung kebutuhan domestik dapat dilihat pada persamaan 2.12.
- 7) Kebutuhan jam puncak  
Untuk menghitung kebutuhan domestik dapat dilihat pada persamaan 2.13.

c. Perencanaan jaringan distribusi air bersih

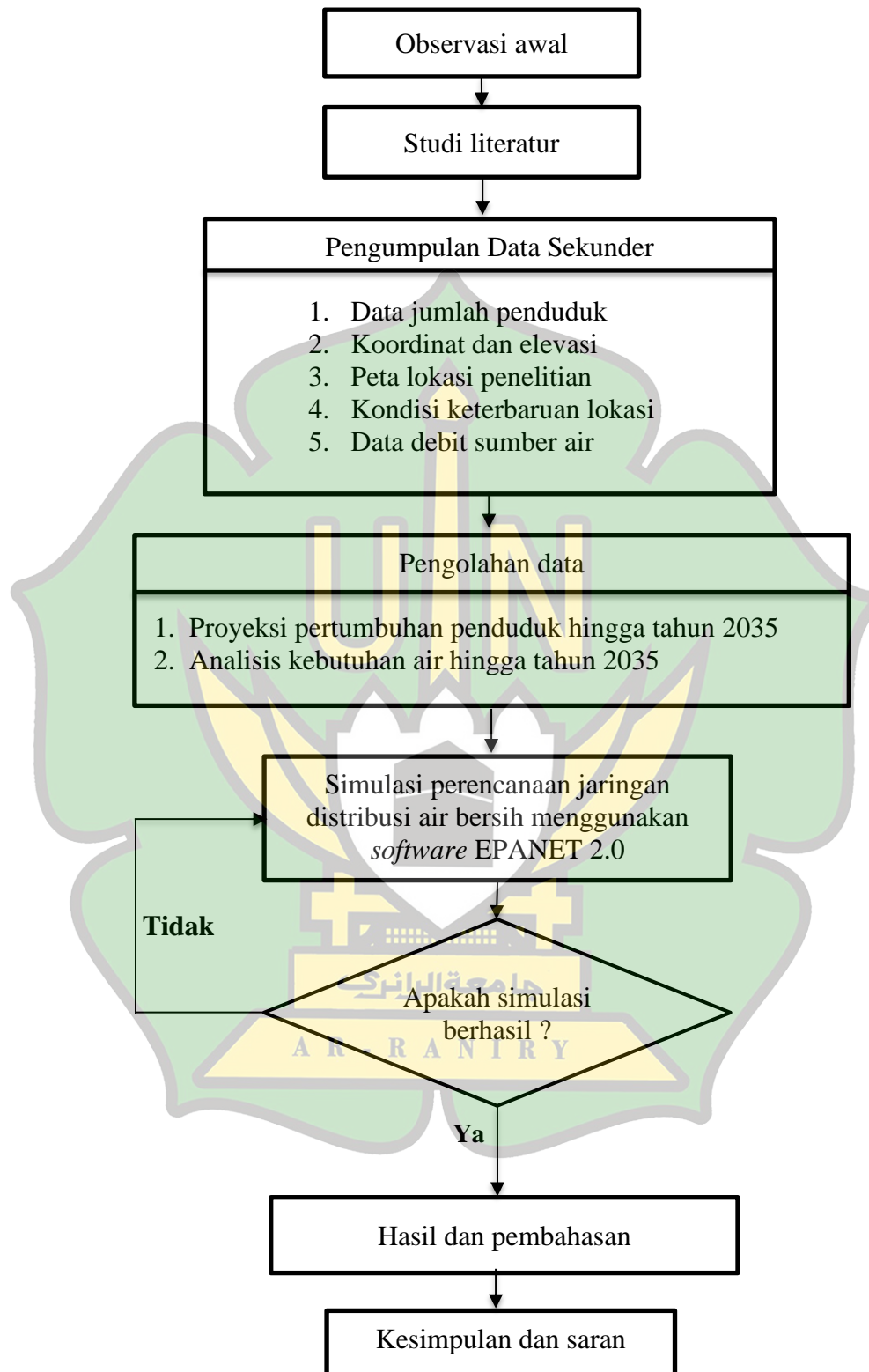
Perencanaan jaringan distribusi air bersih Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil ini menggunakan bantuan *software* EPANET 2.0. Data-data yang sudah dihasilkan tadi akan disimulasikan menggunakan *software* EPANET 2.0 untuk merencanakan bagaimana jenis pipa, diameter pipa, panjang pipa, kecepatan aliran air di pipa, rugi aliran di pipa, kebutuhan tipe pompa booster, serta menghasilkan jaringan distribusi air bersih yang sesuai dengan kriteria desain di Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil.

1). Pipa

Perencanaan jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Manggeng dan Lembah Sabil ini dirancang mengikuti jalanan yang ada dengan menggunakan jenis pipa PVC. Adapun nilai C untuk pipa PVC berdasarkan tabel 2.8 koefisien kekasaran pipa *Hazen William* adalah 120. Adapun untuk ukuran diameter pipa disesuaikan dengan keadaan dilapangan serta juga mempertimbangkan pada kecepatan dan *headloss* yang dihasilkan menggunakan *software* EPANET 2.0.

2). Satuan dan Formula *software* EPANET 2.0.

Sebelum membuat jaringan distribusi dengan *software* EPANET 2.0, terlebih dahulu menyamakan ukuran satuan dan debit dengan tujuan agar hasil simulasi terkait kecepatan aliran, *headloss* dan *pressure* yang dihasilkan bisa sesuai kriteria desain. Penelitian ini menggunakan satuan *Flow Unit (LPS)* / liter per detik serta formula untuk *headloss* yang digunakan yaitu formula *hazen William*.



**Gambar 3.3.** Diagram Alir Penelitian

## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Perhitungan proyeksi penduduk merupakan dasar dari analisis kebutuhan air bersih. Proyeksi penduduk ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan air baku yang direncanakan mampu melayani kebutuhan air bersih penduduk sampai dengan tahun 2035, sehingga sebagai dasar perencanaan digunakan jumlah penduduk pada tahun 2016-2020. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung jumlah penduduk antara lain metode Geometrik, Aritmatik dan *Least Square*.

Pada studi ini sesuai dengan data yang diperoleh bahwa jumlah penduduk Desa yang akan dilayani (lihat Lampiran III) oleh IPA Lembah Sabil pada Tahun 2016 - 2020 seperti terlihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1.** Jumlah Penduduk Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil Tahun 2016- 2020

No.	Desa	Jumlah Penduduk (Jiwa)				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	Kedai	1.093	1.104	1.115	1.125	1138
2	Padang	1.034	1.044	1.054	1.064	1.075
3	Lhung Baro	586	592	599	604	610
4	Tokoh	557	563	568	574	580
5	Lhok Pawah	770	778	785	792	797
6	Pante Pirak	1.405	1.419	1.430	1.442	1.450
7	Cot Bak'u	1.068	1.080	1.091	1.101	1.109
8	Meunasah Sukoij	755	762	770	776	784
9	Meunasah Tengah	826	834	843	851	856
10	Geulanggang Batee	568	574	579	585	594
11	Kuta Paya	77	78	77	78	79
12	Padang Keuleele	707	715	721	727	732
13	Meurandeh	992	1002	1011	1022	1033
14	Kayee Aceh	1.058	1.068	1.079	1.089	1.096
Total		11.496	11.613	11.722	11.830	11.933

Sumber: Badan Pusat Statistika Kabupaten Aceh Barat Daya Tahun 2020

**Tabel 4.2.** Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Manggeng dan Lembah Sabil

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan Penduduk (Jiwa)	Pertumbuhan Penduduk (%)
2016	11.496	-	-
2017	11.613	117	1,01 %
2018	11.722	109	0,93 %
2019	11.830	108	0,92 %
2020	11.933	103	0,87 %
Jumlah		437	3,73 %

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 4.2 menunjukkan asumsi bahwa tidak terjadi pertumbuhan secara signifikan untuk wilayah zona Kecamatan Manggeng dan Lembah Sabil. Dari data tersebut, dilakukan perhitungan proyeksi penduduk untuk tahun 2035 dengan tiga metode yaitu metode aritmatika, geometri, dan least square (lihat Lampiran I). Setelah dilakukan perhitungan dengan ketiga metode tersebut, metode yang dipilih adalah metode *least square*, karena nilai standar deviasinya paling kecil jika dibandingkan dengan metode yang lain yaitu sebesar 173,1347019 serta memiliki faktor korelasi yang paling mendekati 1 yaitu sebesar 0,9998. Adapun data hasil proyeksi penduduk dengan metode *least square* dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3.** Hasil Proyeksi Penduduk dengan Metode *Least Square*

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	2021	12.048
2	2022	12.157
3	2023	12.267
4	2024	12.376
5	2025	12.486
6	2026	12.595
7	2027	12.705

8	2028	12.814
9	2029	12.924
10	2030	13.033
11	2031	13.143
12	2032	13.252
13	2033	13.362
14	2034	13.471
15	2035	13.581

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 4.3. menggambarkan jumlah penduduk total di Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil di Tahun 2021 adalah 12.048 jiwa sedangkan untuk tahun yang diproyeksikan yaitu tahun 2035 menghasilkan jumlah penduduk sebanyak 13.581 jiwa.

#### 4.2. Proyeksi Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik

Proyeksi kebutuhan air adalah suatu proyeksi yang dilakukan untuk bisa menghitung permintaan air bersih berupa kuantitas air pada suatu daerah pada tingkat rumah tangga. Kebutuhan air yang dihitung adalah kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik. Perhitungan kebutuhan domestik didasarkan pada jumlah penduduk serta prediksinya sampai tahun perencanaan, sedangkan kebutuhan non domestik dihitung berdasarkan jumlah serta tingkat usaha masyarakat baik itu dibidang komersial ataupun industri.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007, Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil termasuk kedalam kategori Desa dengan jumlah penduduk sebesar 13.581 jiwa. Adapun konsumsi unit untuk Sambungan Rumah (SR) digunakan 80 liter/orang/hari. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, data hasil rekapitulasi kebutuhan domestik dan non domestik dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4.** Rekapitulasi Kebutuhan Domestik dan Non Domestik Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil Tahun 2021-2035

No.	Uraian	Satuan	Tahun														
			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1	Jumlah Penduduk	Jiwa	12048	12157	12267	12376	12486	12595	12705	12814	12924	13033	13143	13252	13362	13471	13581
2	Jumlah Jiwa/Rumah	Jiwa	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	Tingkat Pelayanan	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	Jumlah Penduduk berdasarkan Tingkat Pelayanan	Jiwa	12048	12157	12267	12376	12486	12595	12705	12814	12924	13033	13143	13252	13362	13471	13581
5	Kebutuhan air untuk tiap 1 orang per hari	lt/jiwa/hari	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
6	Kebutuhan air domestik	lt/det	11,156	11,26	11,36	11,46	11,56	11,66	11,76	11,86	11,97	12,07	12,17	12,27	12,37	12,47	12,58
7	Kebutuhan air non domestik	lt/det	2,23	2,25	2,27	2,29	2,31	2,33	2,35	2,37	2,39	2,41	2,43	2,45	2,47	2,49	2,52
8	Kebutuhan total	lt/det	13,387	13,51	13,63	13,75	13,87	13,99	14,12	14,24	14,36	14,48	14,60	14,72	14,85	14,97	15,09
9	Kehilangan Air	lt/det	2,68	2,70	2,73	2,75	2,77	2,80	2,82	2,85	2,87	2,90	2,92	2,94	2,97	2,99	3,02
10	Kebutuhan air bersih rata-rata	lt/det	16,06	16,21	16,36	16,50	16,65	16,79	16,94	17,09	17,23	17,38	17,52	17,67	17,82	17,96	18,11
11	kebutuhan harian maksimum	lt/det	18,47	18,64	18,81	18,98	19,15	19,31	19,48	19,65	19,82	19,98	20,15	20,32	20,49	20,66	20,82
12	Kebutuhan air pada jam puncak	lt/det	27,63	27,88	28,13	28,38	28,63	28,88	29,14	29,39	29,64	29,89	30,14	30,39	30,64	30,89	31,15

Sumber: Hasil Penelitian



#### 4.2.1. Kebutuhan air domestik dan non domestik untuk Tahun 2035

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, kebutuhan domestik dan non domestik untuk Tahun 2035 dapat dilihat pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5.** Rekapitulasi Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil Untuk Tahun 2035

No.	Uraian	Satuan	2035
1	Jumlah Penduduk	Jiwa	13581
2	Jumlah Jiwa/Rumah	Jiwa	5
3	Tingkat Pelayanan	%	100
4	Jumlah Penduduk berdasarkan Tingkat Pelayanan	Jiwa	13581
5	Kebutuhan air untuk tiap 1 orang per hari	lt/jiwa/hari	80
6	Kebutuhan air domestik	lt/det	12,58
7	Kebutuhan air non domestik	lt/det	2,52
8	Kebutuhan total	lt/det	15,09
9	Kehilangan Air	lt/det	3,02
10	Kebutuhan air bersih rata-rata	lt/det	18,11
11	kebutuhan harian maksimum	lt/det	20,82
12	Kebutuhan air pada jam puncak	lt/det	31,15

Sumber: Hasil Penelitian

Adapun Perhitungan kebutuhan air bersih wilayah studi dapat dianalisis sebagai berikut:

##### 1. Kebutuhan domestik

Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk yang telah dilakukan, jumlah penduduk di Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil untuk Tahun 2035 sebesar 13.581 jiwa (Lihat Tabel 4.3). Jumlah penduduk ini jika dilihat berdasarkan Tabel 2.1 termasuk kedalam kategori Desa karena jumlah penduduknya < 20.000 jiwa. Kebutuhan domestik di daerah pelayanan untuk kategori Desa adalah 80 liter/jiwa/hari serta tingkat pelayanan sebanyak 100% berdasarkan kemampuan debit yang tersedia (Lihat Tabel 2.1). Untuk menghitung kebutuhan domestik, dapat digunakan persamaan 2.7.

$$\text{Kebutuhan domestik } (Q_{\text{domestik}}) = \% \text{ pelayanan} \times a \times b \quad (2.7)$$

$$= 100\% \times 80 \text{ liter/org/hari} \times 13.581$$

$$= 1.086.480 \text{ lt/org/hari}$$

$$= 12,58 \text{ lt/det. (diubah ke detik)}$$

## 2. Kebutuhan non domestik

Pada kebutuhan non domestik tidak adanya sarana yang menjadi pelanggan dari IPA Lembah Sabil. Namun, berdasarkan Rencana Induk SPAM PDAM Gunong Kila Kabupaten Aceh Barat Daya, Kebutuhan non domestik hanya diasumsikan sebesar 20% dari kebutuhan domestik (PDAM Gunong Kila, 2021). Adapun untuk menghitung kebutuhan non domestik dapat dilihat pada persamaan 2.8.

$$\begin{aligned} Q_{\text{non domestik}} &= Q_{\text{domestik}} \times \text{Asumsi kebutuhan non domestik} \quad (2.8) \\ &= 12,58 \text{ lt/det.} \times 20\% \\ &= 2,52 \text{ lt/det} \end{aligned}$$

## 3. Kebutuhan air total

Kebutuhan air total merupakan gabungan dari kebutuhan domestik dan non domestik. Adapun untuk menghitung kebutuhan air total, dapat dilihat pada persamaan 2.9.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air total (} Q_{\text{total}} \text{)} &= Q_{\text{domestik}} + Q_{\text{non domestik}} \quad (2.9) \\ &= \text{Kebutuhan domestik} + \text{kebutuhan non domestik} \\ &= 12,58 \text{ lt/det} + 2,52 \text{ lt/det} \\ &= 15,09 \text{ lt/det.} \end{aligned}$$

## 4. Kehilangan air

Kehilangan air umumnya disebabkan oleh kebocoran pada jaringan pipa transmisi dan distribusi. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, kehilangan air yang diperbolehkan tidak melebihi angka toleransi sebesar 20% dari kapasitas debit produksi. Adapun untuk IPA Lembah Sabil, berdasarkan Rencana Induk SPAM PDAM Gunong Kila Kabupaten Aceh Barat Daya, diasumsikan tingkat kehilangan air sebesar 20% (PDAM Gunong Kila, 2021). Untuk menghitung kehilangan air dapat dilihat pada persamaan 2.10.

$$\begin{aligned} \text{Kehilangan air} &= \text{Asumsi tingkat kehilangan air} \times Q_{\text{total}} \quad (2.10) \\ &= 20\% \times 15,09 \text{ lt/det.} \\ &= 3,02 \text{ lt/det.} \end{aligned}$$

#### 5. Kebutuhan air rata-rata

Kebutuhan air rata-rata adalah banyaknya total jumlah air ditambahkan dengan tingkat kehilangan air. Untuk menghitung kebutuhan air rata-rata disuatu wilayah perencanaan, maka dapat digunakan persamaan (2.11).

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air rata-rata } (Q_{\text{rata-rata}}) &= Q_{\text{total}} + \text{Kehilangan air} & (2.11) \\ &= 15,09 \text{ lt/det.} + 3,02 \text{ lt/det} \\ &= 18,11 \text{ lt/det} \end{aligned}$$

#### 6. Kebutuhan air maksimum

Kebutuhan air maksimum adalah banyaknya jumlah pemakaian air terbanyak dalam satu hari selama satu tahun. Kebutuhan air pada hari maksimum digunakan sebagai dasar perencanaan untuk menghitung kapasitas bangunan penangkap air, perpipaan transmisi dan Instalasi Pengolahan Air (IPA). Faktor harian maksimum berkisar antara 1,1-1,5 (Permen PU N0.18 Tahun 2007). Dalam penyusunan Rencana Induk SPAM Kabupaten Aceh Barat Daya , faktor hari maksimum ( $f_m$ ) yang digunakan sebagai kriteria desain adalah 1,15 (PDAM Gunong Kila, 2021). Untuk menghitung kebutuhan air maksimum disuatu wilayah perencanaan, maka dapat digunakan persamaan (2.12).

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air maksimum} &= Q_{\text{rata-rata}} \times \text{Faktor harian maksimum} & (2.12) \\ &= 18,11 \text{ lt/det} \times 1,15 \\ &= 20,82 \text{ lt/det} \end{aligned}$$

#### 7. Kebutuhan jam puncak

Faktor jam puncak merupakan suatu kondisi dimana pemakaian air pada jam tersebut mencapai maksimum. Kebutuhan jam puncak ( $f_p$ ) berkisar antara 1,5–3 (Permen PU N0.18 Tahun 2007).. Dalam penyusunan Rencana Induk SPAM Kabupaten Aceh Barat Daya, faktor jam puncak ( $f_p$ ) yang digunakan sebagai kriteria desain adalah 1,72 (PDAM Gunong Kila, 2021). Untuk menghitung kebutuhan air jam puncak disuatu wilayah perencanaan, maka dapat digunakan persamaan (2.12).

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan jam puncak} &= Q_{\text{rata-rata}} \times \text{Faktor jam puncak.} & (2.13) \\ &= 18,11 \text{ l/det} \times 1,72 \\ &= 31,15 \text{ lt/det} \end{aligned}$$

### 4.3. Perencanaan Jaringan dengan *Software* EPANET 2.0

Perencanaan jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil menggunakan *software* EPANET 2.0. EPANET 2.0 merupakan sebuah program yang mampu mensimulasikan jaringan distribusi dengan baik yang mana didalamnya terdiri dari titik/node/junction, pipa, pompa, valve dan reservoir baik ground reservoir maupun elevated reservoir. Simulasi jaringan menggunakan *software* epanet ini berguna untuk mengetahui berhasil atau tidaknya kondisi jaringan yang direncanakan. Sehingga kesimpulan terkait hasil sebuah perencanaan jaringan perpipaan menjadi tepat guna. jaringan perpipaan tersebut dapat dikatakan berhasil jika memenuhi beberapa syarat berikut:

1. Tekanan sisa di tiap-tiap titik sampel (*junction*) minimum 1- 8 atm.
2. Kecepatan dalam pipa yang ideal 0,3-4,5 m/det.
3. Kemiringan garis *headloss* tidak lebih dari 15 m/km

Perencanaan jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil direncanakan menggunakan sistem pengaliran gravitasi. Hal ini tidak terlepas dari adanya perbedaan ketinggian antara daerah pelayanan terhadap reservoir mengakibatkan adanya energi potensial, sehingga memungkinkan untuk mengalirkan air ke masyarakat dengan cara memanfaatkan sistem gravitasi (Lihat Gambar 3.2). Namun, apabila ada kendala atau kekurangan tekanan pada saat pengaliran, maka akan direncanakan penambahan beberapa pompa *booster* sesuai kebutuhan pada jaringan.

#### 4.3.1. Tahapan perencanaan jaringan distribusi menggunakan *Software* EPANET 2.0

Ada beberapa tahapan yang dilakukan pada saat mensimulasikan jaringan distribusi menggunakan *software* EPANET 2.0. Tahapan ini perlu dilakukan sebaik mungkin agar jaringan yang dihasilkan dapat berjalan dengan lancar. Adapun tahapan perencanaan jaringan distribusi air menggunakan *software* EPANET 2.0 dapat dilihat sebagai berikut:

1. Menjalankan *software* EPANET 2.0.

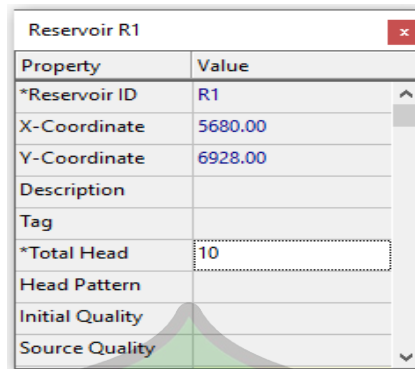
2. Setelah muncul *software* EPANET 2.0, masukkan peta lokasi penelitian yang akan dilakukan perencanaan jaringan distribusi.
3. Sebelum membuat suatu jaringan, terlebih dahulu menyamakan satuan debit dan penentuan rumus *headloss* yang akan digunakan. Pada penelitian ini satuan debit menggunakan LPS (*Liter Per Second*) dan rumus *headloss* menggunakan rumus Hazzen-William.
4. Menggambarkan jaringan distribusi yang akan direncanakan serta masukkan input data yaitu berupa reservoir, junction, pipa, tangki air dan kurva pompa.
5. Melakukan eksekusi program atau jalankan (*run*) analisis hidrolis atau kualitas air.
6. Hasil dari analisis berupa gambaran visual, *unit headloss*, *pressure* dan sebagainya.

#### 4.3.2. Input nilai pada object

Proses simulasi jaringan dengan EPANET 2.0 ini membutuhkan beberapa input data yang harus dipenuhi agar output data yang dihasilkan sesuai dengan apa yang diharapkan. Input data yang dibutuhkan *software* EPANET 2.0 pada perencanaan jaringan ini yaitu reservoir, *junction* dan pipa. Input data bertujuan untuk memudahkan proses analisis, evaluasi, dan simulasi jaringan distribusi air.

##### 1. Reservoir

Reservoir merupakan *node* yang menggambarkan sumber eksternal yang terus menerus mengalir ke jaringan tanpa batas. Reservoir ini biasanya disimbolkan dengan (■) serta digunakan untuk menggambarkan bangunan reservoir, danau, sungai dan sistem lainnya. Input utama dari *node* ini adalah nilai *total head* yang merupakan elevasi dijumlahkan dengan tekanan sumber air apabila sumber air bertekanan. Adapun contoh tampilan propertis reservoir dapat kita lihat pada Gambar 4.1.

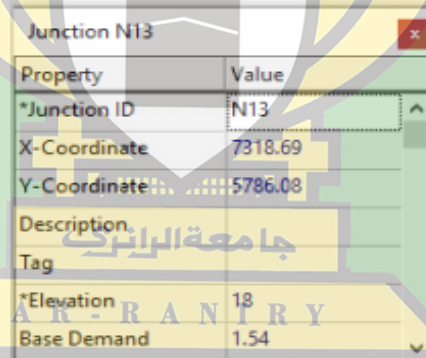


Property	Value
*Reservoir ID	R1
X-Coordinate	5680.00
Y-Coordinate	6928.00
Description	
Tag	
*Total Head	10
Head Pattern	
Initial Quality	
Source Quality	

**Gambar 4.1.** Tampilan Properties Reservoir

## 2. Sambungan (*Junction*)

Sambungan (*Junction*) adalah titik yang merupakan pertemuan masing-masing pipa dan nantinya akan menghubungkan setiap ujung pipa. Sambungan (*Junction*) biasanya disimbolkan (●) dan Input utama dari node ini adalah koordinat dari titik penghubung pipa dan permintaan kebutuhan air di titik ini. Adapun contoh tampilan properties sambungan (*Junction*) dapat kita lihat pada Gambar 4.2.



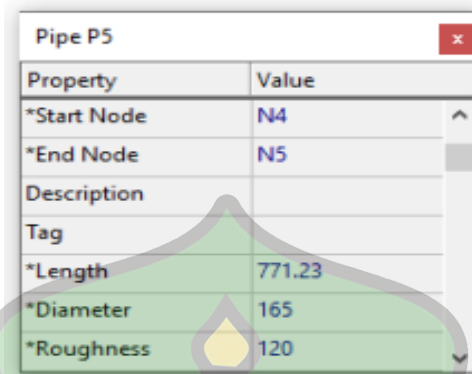
Property	Value
*Junction ID	N13
X-Coordinate	7318.69
Y-Coordinate	5786.08
Description	
Tag	
*Elevation	18
Base Demand	1.54

**Gambar 4.2.** Tampilan properties *Junction*

## 3. Pipa

Pipa yang disimbolkan dengan (—) merupakan penghubung yang membawa air dari satu titik ke titik lainnya dalam jaringan. Pada *software* EPANET 2.0, pipa diasumsikan selalu terisi penuh pada setiap waktunya. Input data pada pipa berupa awal dan akhirnya titik, diameter, panjang dan koefisien


kekasaran pipa. Adapun contoh tampilan properties pipa dapat kita lihat pada Gambar 4.3.



Property	Value
*Start Node	N4
*End Node	N5
Description	
Tag	
*Length	771.23
*Diameter	165
*Roughness	120

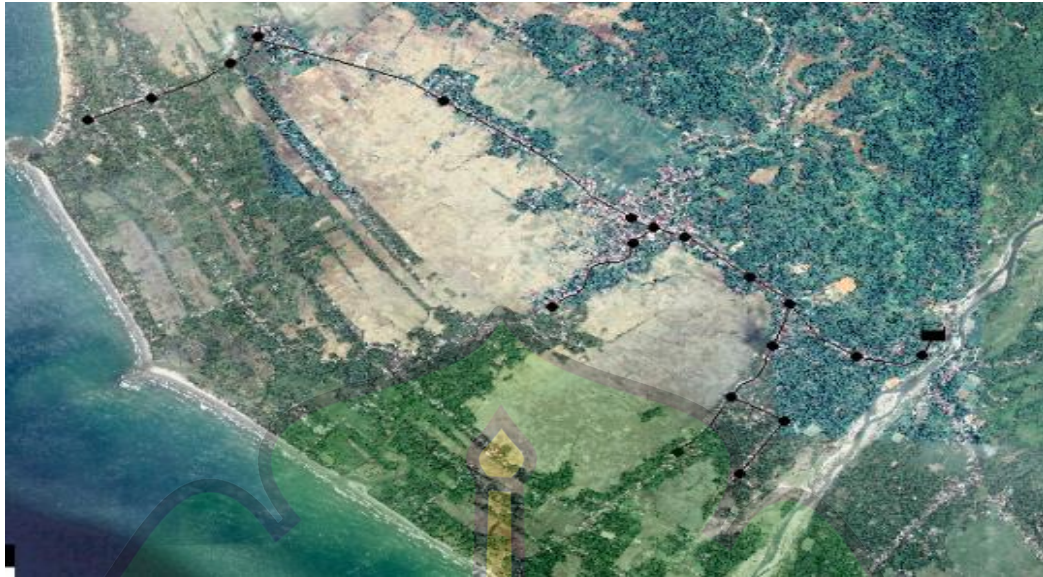
**Gambar 4.3.** Tampilan Properties Pipa

#### 4.3.3. Eksekusi jaringan dengan *software* EPANET 2.0

Setelah semua input data yang diperlukan sudah dimasukkan kedalam setiap komponen yang diperlukan pada *software* EPANET 2.0 maka dilakukan proses eksekusi terhadap jaringan perpipaan yang telah dibuat. Eksekusi ini akan menunjukkan bisa atau tidaknya jaringan yang telah dibuat dapat beroperasi dengan baik tanpa adanya masalah dan kekurangan tekanan. Langkah eksekusi jaringan dapat dilakukan dengan memilih ikon run (  ) pada toolbar. Adapun eksekusi yang dilakukan pada *software* EPANET 2.0 dapat kita lihat pada Gambar 4.4. dan Gambar 4.5.



**Gambar 4.4.** Eksekusi Jaringan Menggunakan *Software* EPANET 2.0



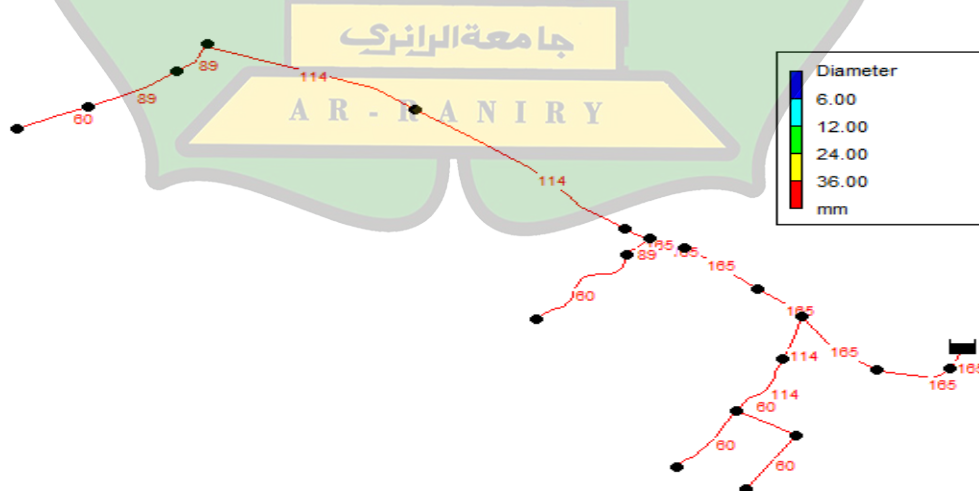
**Gambar 4.5.** Peta Skema Jaringan Distribusi Menggunakan Software EPANET 2.0

#### 4.3.4. Keluaran data (*Output*)

Setelah dilakukan eksekusi terhadap *software* EPANET 2.0, maka akan ada keluaran data (*output*) yang dihasilkan yaitu berupa hasil simulasi pada pipa dan hasil simulasi pada *junction*.

##### 1. Hasil simulasi pada pipa

Hasil simulasi pada pipa dapat dilihat pada Gambar 4.6. dan Tabel 4.6



**Gambar 4.6.** Simulasi Pipa



**Tabel 4.6.** Data Hasil Simulasi Pipa

Network Table – Links						
Link ID	Length	Diameter	Roughness	Flow	Velocity	Unit Headloss
	m	mm		LPS	m/s	m/km
Pipe P1	269.24	165	120	23.02	1.08	9.03
Pipe P2	655.89	165	120	22.67	1.06	8.78
Pipe P3	897.39	165	120	20.86	0.98	7.52
Pipe P4	492.94	165	120	14.90	0.70	4.03
Pipe P5	771.23	165	120	13.04	0.61	3.15
Pipe P6	306.67	165	120	11.04	0.52	2.32
Pipe P7	250.95	165	120	7.81	0.37	1.22
Pipe P8	2234.07	114	120	5.59	0.55	3.98
Pipe P9	1909.34	114	120	4.40	0.43	2.55
Pipe P10	419.42	89	120	4.40	0.71	8.52
Pipe P11	850.04	89	120	3.77	0.61	6.40
Pipe P12	635.94	60	120	1.56	0.55	8.52
Pipe P13	529.66	114	120	5.96	0.58	4.48
Pipe P14	744.02	114	120	4.42	0.43	2.57
Pipe P15	834.46	60	120	1.44	0.51	7.35
Pipe P16	582.42	60	120	1.30	0.46	6.08
Pipe P17	750.15	60	120	1.30	0.46	6.08
Pipe P18	283.35	89	120	3.23	0.52	4.81
Pipe P19	1160.97	60	120	1.13	0.40	4.69

Sumber: Hasil simulasi *software* EPANET 2.0

Dari simulasi pada perpipaan yang dilakukan dengan *software* EPANET 2.0 didapatkan beberapa hasil sebagai berikut:

1. Jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Manggeng dan Lembah Sabil ini dirancang mengikuti jalanan yang ada dengan menggunakan jenis pipa PVC. Adapun nilai C untuk pipa PVC berdasarkan tabel 2.8 koefisien kekasaran pipa *Hazen William* adalah 120. Diameter pipa yang akan digunakan yaitu pipa 165 mm (6 inch) dengan panjang pipa yang dibutuhkan yaitu 3.644 meter, pipa 114 mm (4 inch) dengan panjang pipa yang dibutuhkan yaitu 5.416 meter, pipa 89 mm (3 inch) dengan panjang pipa yang dibutuhkan yaitu 1.552 meter, dan pipa 60 mm ( 2 inch) dengan panjang pipa yang dibutuhkan yaitu 3.961 meter serta untuk total

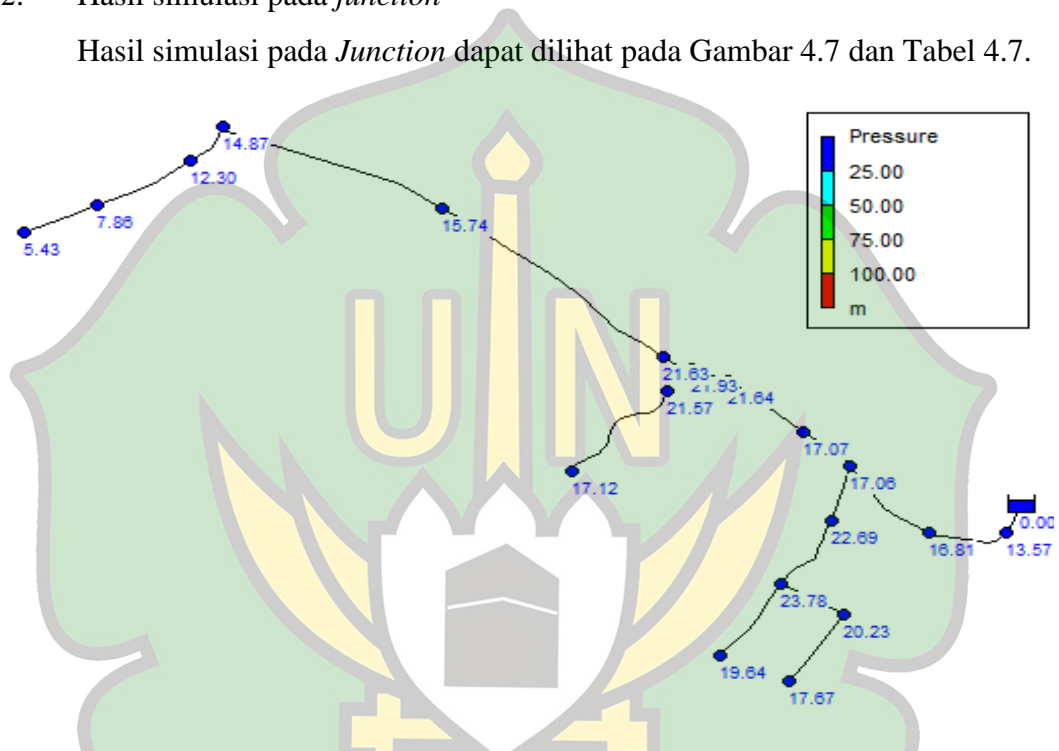
keseluruhan panjang pipa yang dibutuhkan pada jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil yaitu 14.599 meter. Ukuran diameter pipa terbesar yaitu 165 mm (6 inchi), pemilihan pipa ini dipengaruhi oleh jumlah penduduk yang tinggi di wilayah tersebut sehingga kebutuhan akan air bersih cenderung lebih tinggi jika dibandingkan dengan wilayah lainnya. Adapun ukuran diameter pipa yang paling kecil yaitu 60 mm (2 inchi), pemilihan ukuran diameter pipa ini dikarenakan wilayah tersebut merupakan titik jangkauan pelayanan terjauh sehingga jika ukuran diameter pipa terlalu besar otomatis akan mempengaruhi kecepatan aliran sehingga membuat daerah tersebut tidak bisa terlayani oleh air bersih dari IPA Lembah Sabil. Selain itu, pemilihan diameter pipa 2 inchi ini juga didasari oleh keadaan jumlah penduduk di daerah tersebut yang tidak terlalu tinggi sehingga kebutuhan akan air pun juga cenderung relatif rendah.

2. Untuk kecepatan aliran air (*velocity*) didalam pipa, kecepatan aliran tertinggi berada pada pipa 1 dan 2 yaitu sebesar 1,08 m/s dan 1,06 m/s dan kecepatan aliran terendah berada pada pipa 7 dan 19 yaitu sebesar 0,37 m/s dan 0,40 m/s. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.18 Tahun 2007 tentang penyelenggaraan pengembangan sistem penyediaan air minum, kecepatan minimum aliran air dalam pipa berkisar antara 0,3 – 0,6 m/s sedangkan untuk kecepatan maksimum aliran air dalam pipa berkisar antara 3,0 – 4,5 m/s. Jadi, dari hasil analisis kecepatan aliran yang dihasilkan pada jaringan, menunjukkan bahwa kecepatan aliran memenuhi kriteria perencanaan yang sudah ditetapkan.
3. Secara umum kehilangan energi (*headloss*) yang terjadi pada jaringan distribusi Kecamatan Manggeng dan Lembah Sabil telah memenuhi syarat yaitu tidak didapati adanya *headloss* yang cukup besar. *Headloss* tertinggi berada pada pipa 1 yaitu 9,03 m/km, dan *headloss* terendah berada pada pipa 7 sebesar 1,2 m/km, nilai tersebut masih berada pada kisaran yang memenuhi syarat dari *headloss* Hazzen-William yaitu berkisar antara 0-10 m/km. Namun, nilai *headloss* yang mencapai 9,03 m/km tersebut bisa

dikatakan masih terlalu tinggi walaupun jika dilihat berdasarkan kriteria Hazzen William sudah memenuhi syarat, akan tetapi sebaiknya bagi peneliti selanjutnya perlu diperhatikan lagi ukuran diameter pipa yang akan digunakan agar *headloss* yang dihasilkan tidak terlalu tinggi.

## 2. Hasil simulasi pada *junction*

Hasil simulasi pada *Junction* dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Tabel 4.7.



**Gambar 4.7.** Simulasi Pada *Junction*

**Tabel 4.7.** Data Hasil Simulasi *Junction*

Network Table – Nodes					
Node ID	Elevation	Base Demand	Demand	Head	Pressure
	M	LPS	LPS	M	m
Junc N1	42	0.35	0.35	55.57	13.57
Junc N2	33	1.81	1.81	49.81	16.81
Junc N3	26	0	0.00	43.06	17.06
Junc N4	24	1.86	1.86	41.07	17.07
Junc N5	17	2	2.00	38.64	21.64
Junc N6	16	0	0.00	37.93	21.93
Junc N7	16	2.22	2.22	37.63	21.63
Junc N8	13	1.19	1.19	28.74	15.74
Junc N9	9	0	0.00	23.87	14.87

Junc N10	8	0.63	0.63	20.30	12.30
Junc N11	7	2.21	2.21	14.86	7.86
Junc N12	4	1.56	1.56	9.43	5.43
Junc N13	18	1.54	1.54	40.69	22.69
Junc N14	15	1.68	1.68	38.78	23.78
Junc N15	15	0	0.00	35.23	20.23
Junc N16	13	1.30	1.30	30.67	17.67
Junc N17	13	1.44	1.44	32.64	19.64
Junc N18	15	2.10	2.10	36.57	21.57
Junc N19	14	1.13	1.13	31.12	17.12

Sumber: Hasil Simulasi *Software* EPANET 2.0

Dari simulasi pada sambungan (*Junction*) yang dilakukan dengan *software* EPANET 2.0 didapatkan beberapa hasil sebagai berikut:

1. Tekanan (*pressure*) yang terjadi pada simulasi jaringan berkisar antara 5,43-23,78. Adapun tekanan maksimum terjadi pada junction 14 dengan tekanan sebesar 23,78 m, sedangkan tekanan minimum terjadi pada junction 12 (titik sampul terjauh) yaitu sebesar 5,43 m. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.18 Tahun 2007 tentang penyelenggaraan pengembangan sistem penyediaan air minum, untuk tekanan minimum air dalam pipa yang diperbolehkan sebesar 0,5 atm atau senilai dengan 5 (lima) meter pada titik jangkauan pelayanan terjauh sedangkan untuk tekanan maksimum yang diperbolehkan khususnya pemakaian pipa PVC yaitu berkisar antara (6-8) atm. Dari simulasi menggunakan EPANET 2.0 menunjukkan bahwa *pressure* yang terjadi pada jaringan sesuai dengan kriteria perencanaan.
2. Dari simulasi yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa perencanaan jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Manggeng dan Lembah Sabil bisa digunakan sebagai acuan dalam perencanaan untuk kedepannya. Adapun sistem distribusi air bersih menggunakan sistem gravitasi dan tidak perlu penambahan pompa untuk mendistribusikan air ke masyarakat karena tekanan dan kecepatan aliran air yang ada didalam pipa sesuai dengan kriteria perencanaan yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.18 Tahun 2007 tentang penyelenggaraan pengembangan sistem penyediaan air minum.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

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

1. Proyeksi pertumbuhan penduduk wilayah Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil dihitung dengan menggunakan metode *least square* sehingga diperoleh jumlah penduduk untuk Tahun 2035 sebesar 13.581 jiwa. Kebutuhan air bersih di Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil untuk Tahun 2035 diperoleh kebutuhan air bersih rata-rata sebesar 18,11 liter/detik dan kebutuhan air bersih jam puncak sebesar 31,15 liter/detik.
2. Berdasarkan simulasi dengan *software* EPANET 2.0 telah berhasil diaplikasikan kebutuhan air bersih kedalam peta jaringan distribusi.
3. Berdasarkan simulasi dengan *software* EPANET 2.0 telah diperoleh data jenis pipa, diameter pipa, kecepatan aliran pipa (*velocity*), kehilangan tekanan (*Headloss*) dan nilai tekanan (*pressure*) yang sesuai dengan standar yang telah ditentukan.

#### 5.2. Saran

Saran dari tugas akhir ini adalah:

1. Terkait dengan ketersediaan atau kecukupan air, pihak PDAM Gunong Kila perlu memperhatikan kembali sarana dan prasana dari IPA Lembah Sabil agar bisa melayani pelanggan eksisting dan pelanggan baru di Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil di masa yang akan datang.
2. Sebaiknya pihak PDAM Gunong Kila perlu memperhatikan debit air yang dihasilkan oleh IPA Lembah Sabil, hal ini tidak terlepas dari kebutuhan akan air bersih yang semakin hari semakin meningkat seiring dengan tingginya angka pertumbuhan jumlah penduduk.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, G.A. (12 Februari 2021). Wawancara Langsung dengan Ketua Bagian Produksi Air PDAM Gunong Kila Bapak Zikli, S.T.
- Abdi, G.A. (16 Februari 2021). Wawancara Langsung dengan Ketua Pengawasan IPA Lembah Sabil Bapak Tarmizi.
- Amin, M. (2017). Komputasi analisis hidraulika jaringan pipa air minum. *In Prosiding Seminar Nasional Kebumihan 2011* (pp. 3-18). UPN" Veteran" Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistika Aceh Barat Daya. (2020). *Kecamatan Manggeng dalam Angka Tahun 2020*. Aceh Barat Daya : Badan Pusat Statistika.
- Ermawati, R. (2018). *Sistem Penyediaan Air Minum*. Magelang: Unimma Press.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2008). *Buku Saku Proyek Pelayanan Air Bersih dan Sanitasi Masyarakat Pedesaan (Community Water Services and Health Project)*. Jakarta: Kementerian kesehatan Republik Indonesia, Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan.
- Kusmana, C., Suheri, A., Purwanto, M. Y. R., & Setiawan, Y. (2019). Model Prediksi Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jumlah Penduduk di Kawasan Perkotaan Sentul City. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 4(3), 207-218.
- 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*, 5 (1), 15-28.
- Mashuri, Manyuk, F., & Ari, S. (2015). Kajian Ketersediaan Air Baku dengan Pemodelan Ihacres di Daerah Aliran Sungai Tapung Kiri. *Jurnal FTEKNIK*, 2(1), 1-12

- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 Tentang Sistem Penyediaan Air Minum.
- Perusahaan Daerah Air Minum Gunong Kila Kabupaten Aceh Barat Daya. (2021). *Instalasi Pengolahan Air (IPA) Lembah Sabil*. Aceh Barat Daya: PDAM Gunong Kila.
- Qanun Kabupaten Aceh Barat Daya Nomor 05 Tahun 2015 Tentang Pembentukan Gampong Dalam Kabupaten Aceh Barat Daya.
- Ramana, G. V., Sudheer, C. V., & Rajasekhar, B. (2015). Network analysis of water distribution system in rural areas using EPANET. *Procedia Engineering*, 3 ( 1), 496-505.
- Rosadi, M. I. (2017). *Perencanaan Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi PDAM IKK Duernan Kabupaten Tranggalek*. Surabaya: Program Studi D-4 Perancangan Prasarana Lingkungan Permukiman Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institusi Teknologi Sepuluh November.
- Rossmann, A. L. (2000). EPANET 2 Users Manual versi Bahasa Indonesia. *United States Environmental Protection Agency*.
- Supardi, Gede, S., & Djoko, S. (2016). Analisa Hidrolis Sistem Distribusi Air Bersih di Desa Nogosari Pacitan. *Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya*, 01(01), 11-18.

Tomasoa, S. K., & Jacobs, S. L. (2017). Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Konsumsi Air Bersih PDAM di Kota Ambon. *Jurnal Eksekutif*, 14(1), 160-163.

Wardana, A. (2021). *Dasar-Dasar Kesehatan Lingkungan*. Jawa Barat: Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia (PRCI).





## LAMPIRAN A

### Perhitungan Standar Deviasi dan Jumlah Penduduk dengan Metode *Least Square*

#### A.1. Perhitungan Standar Deviasi

##### 1. Tabel Standar Deviasi Hasil Perhitungan Metode Aritmatika

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertambahan	% Pertambahan	Pn-Pr	(Pn-Pr) <sup>2</sup>	r	P	Pn-P	Pn-P <sup>2</sup>	Faktor Korelasi	STDV
2016	11496			-223,2	49818,24	0,95%	11496	0	0	0,999798647	173,5299866
2017	11613	117	1,02%	-106,2	11278,44		11606	7,25	53		
2018	11722	109	0,94%	2,8	7,84		11716	6,5	42		
2019	11830	108	0,92%	110,8	12276,64		11825	4,75	23		
2020	11935	105	0,89%	215,8	46569,64		11935	0	0		
<b>RATA-RATA</b>	<b>11719,2</b>	<b>TOTAL</b>		<b>-3,64E-12</b>	<b>119950,8</b>		<b>58577,5</b>	<b>18,5</b>	<b>342</b>		

##### 2. Tabel Standar Deviasi Hasil Perhitungan Metode Geometri

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertambahan	%Pertambahan	Pn-Pr	(Pn-Pr) <sup>2</sup>	r	P	Pn-P	Pn-P <sup>2</sup>	Faktor Korelasi	Standar Deviasi
2016	11496			-223,2	49818,24	0,94%	11496	0	0	0,999676442	173,531129
2017	11613	117	1,02%	-106,2	11278,44		11604,21	8,79	77,22		
2018	11722	109	0,94%	2,8	7,84		11713,44	8,56	73,21		
2019	11830	108	0,92%	110,8	12276,64		11823,70	6,30	39,65		
2020	11935	105	0,89%	215,8	46569,64		11935	0	0		
<b>TOTAL</b>	<b>58596</b>	<b>439</b>	<b>3,77%</b>	<b>-3,64E-12</b>	<b>119950,8</b>		<b>58572,36</b>	<b>23,64</b>	<b>190,09</b>		
<b>RATA-RATA</b>	<b>11719,2</b>										

##### 3. Tabel Standar Deviasi Hasil Perhitungan Metode Least Square

Tahun	Jumlah Penduduk (y)	x	x <sup>2</sup>	x*y	a	b	P(y=a+bx)	Pertambahan	% Pertumbuhan	Pn-Pr	(Pn-Pr) <sup>2</sup>	Pn-P	(Pn-P) <sup>2</sup>	Faktor korelasi	Standar Deviasi
2016	11496	1	1	11496	11390,7	109,5	11500,2			-223,2	49818,24	-4,2	17,64	0,999798647	173,1347019
2017	11613	2	4	23226			11609,7	117	1,02%	-106,2	11278,44	3,3	10,89		
2018	11722	3	9	35166			11719,2	109	0,94%	2,8	7,84	2,8	7,84		
2019	11830	4	16	47320			11828,7	108	0,92%	110,8	12276,64	1,3	1,69		
2020	11935	5	25	59675			11938,2	105	0,89%	215,8	46569,64	-3,2	10,24		
<b>TOTAL</b>	<b>58596</b>	<b>15</b>	<b>55</b>	<b>176883</b>			<b>58596</b>	<b>3,77%</b>		<b>119950,8</b>	<b>48,3</b>				
<b>RATA-RATA</b>	<b>11719,2</b>														

**A.2. Perhitungan Jumlah Penduduk Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil untuk Tahun 2035 Menggunakan Metode *Least Square*.**

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{\sum x \cdot \sum x^2 - \sum x \cdot \sum(x \cdot y)}{N \sum x^2 - (\sum x)^2} \\
 &= \frac{(58.596) \cdot (55) - (15) \cdot (176.883)}{5(55) - (15)^2} \\
 &= \frac{3.222.780 - 2.653.245}{275 - 225} \\
 &= \frac{595.535}{50} \\
 &= 11.390,7
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{n \sum x \cdot y - \sum x \cdot \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \\
 &= \frac{(5) \cdot (176.883) - (15) \cdot (58.596)}{5(55) - (15)^2} \\
 &= \frac{884.415 - 878.940}{275 - 225} \\
 &= \frac{5.475}{50} \\
 &= 109,5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X_{2035} &= (2035 - 2016 + 1) \\
 &= 20
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_{2035} &= a + bX_{2035} \\
 &= 11.390,7 + 109,5(20) \\
 &= 11.390,7 + 2.190 \\
 &= 13.581 \text{ Jiwa.}
 \end{aligned}$$

## LAMPIRAN B

### Hasil Simulasi *Software Epanet 2.0*

Tabel dibawah ini adalah Data *Length, Diameter, Flow, Velocity, dan Headloss* dari *Software Epanet 2.0*

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe P1	269.24	165	120	23.02	1.08	9.03
Pipe P2	655.89	165	120	22.67	1.06	8.78
Pipe P3	897.39	165	120	20.86	0.98	7.52
Pipe P4	492.94	165	120	14.90	0.70	4.03
Pipe P5	771.23	165	120	13.04	0.61	3.15
Pipe P6	306.67	165	120	11.04	0.52	2.32
Pipe P7	250.95	165	120	7.81	0.37	1.22
Pipe P8	2234.07	114	120	5.59	0.55	3.98
Pipe P9	1909.34	114	120	4.40	0.43	2.55
Pipe P10	419.42	89	120	4.40	0.71	8.52
Pipe P11	850.04	89	120	3.77	0.61	6.40
Pipe P12	635.94	60	120	1.56	0.55	8.52
Pipe P13	529.66	114	120	5.96	0.58	4.48
Pipe P14	744.02	114	120	4.42	0.43	2.57
Pipe P15	834.46	60	120	1.44	0.51	7.35
Pipe P16	582.42	60	120	1.30	0.46	6.08
Pipe P17	750.15	60	120	1.30	0.46	6.08
Pipe P18	283.35	89	120	3.23	0.52	4.81
Pipe P19	1160.97	60	120	1.13	0.40	4.69

Tabel dibawah ini adalah Data *Elevasi, Base Demand, Head dan Pressure* dari *Software Epanet 2.0*

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc N1	42	0.35	0.35	55.57	13.57
Junc N2	33	1.81	1.81	49.81	16.81
Junc N3	26	0	0.00	43.06	17.06
Junc N4	24	1.86	1.86	41.07	17.07
Junc N5	17	2	2.00	38.64	21.64
Junc N6	16	0	0.00	37.93	21.93
Junc N7	16	2.22	2.22	37.63	21.63
Junc N8	13	1.19	1.19	28.74	15.74
Junc N9	9	0	0.00	23.87	14.87
Junc N10	8	0.63	0.63	20.30	12.30
Junc N11	7	2.21	2.21	14.86	7.86
Junc N12	4	1.56	1.56	9.43	5.43
Junc N13	18	1.54	1.54	40.69	22.69
Junc N14	15	1.68	1.68	38.78	23.78
Junc N15	15	0	0.00	35.23	20.23
Junc N16	13	1.30	1.30	30.67	17.67
Junc N17	13	1.44	1.44	32.64	19.64
Junc N18	15	2.10	2.10	36.57	21.57
Junc N19	14	1.13	1.13	31.12	17.12

Tabel Diameter Pipa PVC AW

Diameter		Tebal Dinding (mm)	Diameter Dalam (mm)
Inch	Mm		
1/2"	22	1,5	19
3/4"	26	1,8	22,4
1"	32	2	28
1-1/4"	42	2,3	37,4
1-1/2"	48	2,3	43,4
2"	60	2,3	55,4
2-1/2"	76	2,6	70,8
3"	89	3,1	82,8
4"	114	4,1	105,8
5"	140	5,4	129,2
6"	165	6,4	152,2
8"	216	8,3	199,4
10"	267	10,3	246,4
12"	318,9	12,2	293,6

**LAMPIRAN C**  
**Desa dan Pelayanan Air Bersih**

No	Pelayanan Air Bersih	Gampong
1	IPA Lembah Sabil	Kedai
2		Padang
3		Lhung Baro
4		Tokoh
5		Lhok Pawoh
6		Pante Pirak
7		Cot Bak'u
8		Meunasah Sukon
9		Meunasah Tengah
10		Geulanggang Batee
11		Kuta Paya
12		Padang Keulele
13		Meurandeh
14		Kayee Aceh
15	PAMSIMAS	Tengah
16		Blang Manggeng
17		Sejahtera
18		Panteraja
19		Pante Cermen
20		Ujung Padang
21		Panton Makmur
22		Ladang Tuha I
23		Ladang Tuha II
24		Alue Rambot
25		Ujong Tanoh
26		Tokoh II
27	Pemanfaatan Mata Air	Alue Tring Gadeng
28		Lhok Puntoy
29		Paya Itek
30		Suka Damai
31		Pusu
32		Seuneulop

## LAMPIRAN D

### Foto Dokumentasi Pengambilan Data



Lokasi Instalasi Pengolahan Air (IPA) Lembah Sabil tepatnya di Jl. Guru Cheh Bheh Nomor 2 (dua) Gampong Kaye Aceh sekaligus wawancara langsung dengan Bapak Tarmizi (Ketua Pengawasan IPA Lembah Sabil) mengenai IPA Lembah Sabil.



Dokumentasi langsung terjadinya kebocoran pipa di Jalan Nasional Kecamatan Manggeng – Kecamatan Lembah Sabil tepatnya di Gampong Meurandeh yang mengakibatkan munculnya rembesan air serta membahayakan pengguna jalan.



Wawancara langsung dengan Ketua Bagian Produksi Air PDAM Gunong Kila yaitu Bapak Zikli, S.T di Kantor PDAM Gunong Kila Desa Lamkuta, Kecamatan Blangpidie mengenai permasalahan yang ada saat ini sekaligus mengambil data-data pendukung penelitian mengenai IPA Lembah Sabil seperti data tentang kriteria desain yang digunakan di Kabupaten Aceh Barat Daya dibawah ini.

#### 4.1 Standar Kebutuhan Air

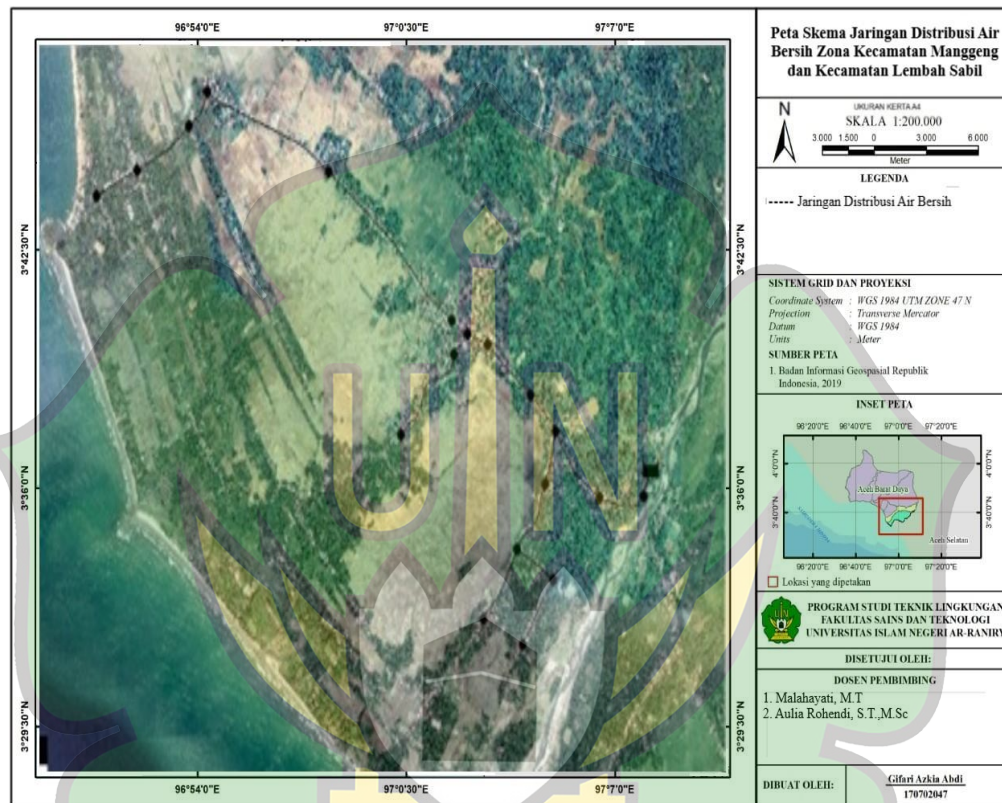
Tingkat pemakaian air per orang sangat bervariasi antara suatu wilayah perencanaan dengan wilayah perencanaan yang lain, sehingga secara keseluruhan penggunaan air dalam suatu sistem penyediaan air minum juga akan bervariasi. Bervariasinya pemakaian air ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain: iklim, standar hidup, aktifitas di masyarakat, tingkat sosial dan ekonomi, dan pola serta kebiasaan dalam masyarakat.

Berhubungan dengan fluktuasi pemakaian air ini, terdapat tiga macam pengertian, yaitu:

- a) Kebutuhan rata-rata  
Pemakaian air rata-rata dalam satu hari adalah pemakaian air dalam setahun dibagi dengan 365 hari.
- b) Kebutuhan maksimum ( $Q_{max}$ )  
Fluktuasi pemakaian air dari hari ke hari dalam satu tahun sangat bervariasi dan terdapat satu hari di mana pemakaian air lebih besar dibandingkan dengan hari lainnya. Kebutuhan air pada hari maksimum digunakan sebagai dasar perencanaan untuk menghitung kapasitas bangunan penangkap air, perpipaan transmisi dan Instalasi Pengolahan Air (IPA). Faktor hari maksimum ( $f_m$ ) berkisar antara 1,1 sampai 1,5 (Lampiran III Permen PU-NO. 18 Tahun 2007). Dalam penyusunan Rencana Induk SPAM Kabupaten Aceh Barat Daya, faktor hari maksimum ( $f_m$ ) yang digunakan sebagai kriteria desain adalah 1,15.
- c) Kebutuhan Puncak ( $Q_{peak}$ )  
Faktor jam puncak ( $f_p$ ) adalah suatu kondisi di mana pemakaian air pada jam tersebut mencapai maksimum. Faktor jam puncak biasanya dipengaruhi oleh jumlah penduduk dan tingkat perkembangan kota, di mana semakin besar jumlah penduduknya semakin beraneka ragam aktivitas penduduknya. Dengan bertambahnya aktivitas penduduk, maka fluktuasi pemakaian air semakin kecil. Berdasarkan standar yang tercantum dalam Lampiran III Permen PU No.18 Tahun 2007, faktor jam puncak ( $f_p$ ) berkisar antara 1,15 - 3. Dalam penyusunan Rencana Induk SPAM Kabupaten Aceh Barat Daya, faktor jam puncak ( $f_p$ ) yang digunakan sebagai kriteria desain adalah 1,72.

## LAMPIRAN E

### Peta Skema Jaringan Distribusi Air Bersih Zona Kecamatan Manggeng dan Kecamatan Lembah Sabil Kabupaten Aceh Barat Daya





**LAMPIRAN F**  
**SURAT OBSERVASI**



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH PRODI**  
**TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI**

Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh  
Telepon 0651-7552921 - 7551857 Fax 0651-7552922  
Web www.fst.ar-raniry.ac.id

Nomor : B-102/Un08/TL/PP.00.9/02/2021      Banda Aceh, 11 Februari 2021  
Sifat : Biasa  
Lampiran : -  
Hal : Observasi Awal

Kepada Yth  
**Kepala PDAM Gunong Kila**  
**Kab. Aceh Barat Daya**  
di-  
Tempat

Assalamualaikum Wr. Wb.

Sehubungan dengan Pengajuan Proposal Penelitian Tugas Akhir sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh, maka dengan ini kami memohon izin agar Mahasiswa kami dapat melakukan Observasi Lapangan untuk keperluan Proposal Tugas Akhir. Observasi Lapangan akan dilakukan mulai tanggal 15 Februari s/d 28 Februari 2021. Adapun Mahasiswa yang akan melakukan Observasi:

Nama Mahasiswa : Ghiffari Azkia Abdi  
NIM : 170702047  
Judul Skripsi : Evaluasi Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih di IPA Lembah Sabil  
Zona Kecamatan Manggeng dan Zona Kecamatan Lembah Sabil

Demikian surat ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerja sama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Wassalam,  
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan,

  
Nur Aida



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH  
PRODI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI**

Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh  
Telepon : 0651-7552921 – 7551857 Fax. 0651-7552922  
E-mail: [tekniklingkungan.fst@ar-raniry.ac.id](mailto:tekniklingkungan.fst@ar-raniry.ac.id) | Web : [www.fst.ar-raniry.ac.id](http://www.fst.ar-raniry.ac.id)

Nomor : B-291/Un.08/TL/PP.00.9/06/2021      Banda Aceh, 01 Juli 2021  
Sifat : Biasa  
Lampiran : -  
Hal : Observasi

Yth.  
Kepala PDAM Gunong Kila  
Kab. Aceh Barat Daya  
di-  
Tempat

Assalamualaikum Wr. Wb.

Sehubungan dengan pengajuan Proposal Penelitian Tugas Akhir sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh, maka dengan ini kami memohon izin agar Mahasiswa kami dapat melakukan Observasi Lapangan untuk keperluan Proposal tugas akhir. Observasi Lapangan akan dilakukan mulai tanggal 02 Juli s/d 30 Juli 2021. Adapun Mahasiswa yang akan melakukan Observasi :

Nama Mahasiswa : Ghiffari Azkia Abdi  
NIM : 170702047  
Judul Skripsi : Perencanaan Jaringan Distribusi Air Bersih Zona Kecamatan Manggeng dan Lembah Sabil. Kabupaten Aceh Barat Daya

Demikian surat ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerja sama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Wassalam,  
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan,

Nur Aida