

## **TUGAS AKHIR**

### **EVALUASI JARINGAN PIPA DISTRIBUSI PDAM TIRTA INDRA DI KECAMATAN RENGAT KABUPATEN INDRAGIRI HULU**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana  
Pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil  
Universitas Islam Riau Pekanbaru



OLEH :  
**RANDA VATRA SUHAstra**  
173110263

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU  
2022**



**YAYASAN LEMBAGA PENDIDIKAN ISLAM (YLPI) RIAU**  
**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

Jalan Kaharuddin Nasution No. 113 P. Marpoyan Pekanbaru Riau Indonesia – Kode Pos: 28284  
Telp. +62 761 674674 Fax. +62 761 674834 Website: [www.uir.ac.id](http://www.uir.ac.id) Email: [info@uir.ac.id](mailto:info@uir.ac.id)

**SURAT KETERANGAN**  
**PERSETUJUAN JILID TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini, pembimbing dan penguji tugas akhir menerangkan bahwa mahasiswa yang tertera dibawah ini:

Nama : Randa Vatra Suhastra

NPM : 173110263

Fakultas : Teknik

Jurusan : Teknik Sipil

Judul Tugas Akhir : Evaluasi Jaringan Pipa Distribusi PDAM Tirta Indra Di Kecamatan Rengat Kabupaten Indragiri Hulu

Telah menyelesaikan dan menyempurnakan tugas akhir ini, sesuai dengan berita acara ujian komprehensif tugas akhir dan selanjutnya telah disetujui untuk di JILID.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Pekanbaru, Agustus 2022

Pembimbing

Harmiyati, ST., M.Si

Penguji

Ir. H. Firdaus Agus, MP

Penguji

Roza Mildawati, ST., MT

*Catatan: Pengisian formulir diketik tidak ditulis tangan.*

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji dan syukur peneliti ucapkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Evaluasi Jaringan Pipa Distribusi PDAM Tirta Indra Di Kecamatan Rengat Kabupaten Indragiri Hulu”. Adapun penulisan tugas akhir dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan kurikulum akademis untuk menyelesaikan program studi (Strata I) pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

Perjalanan yang lumayan panjang telah peneliti lalui dalam penyusunan dan perampungan penulisan Tugas Akhir ini, Peneliti mengakui bahwa kesempurnaan itu hanya milik Allah SWT. Untuk itu, dengan kelapangan hati peneliti menerima kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, peneliti mempunyai harapan besar Tugas Akhir ini memberikan manfaat kepada semua pembacanya. Peneliti juga berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala memberi lindungan kepada kita semua.

Pekanbaru, 2022

RANDA VATRA SUHAstra  
NPM. 173110263

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan segala kerendahan hati peneliti ingin menyampaikan dan mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu peneliti dengan memberikan dorongan dan dukungan yang tak terhingga terutama kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi, S.H., M.C.L. sebagai Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Dr.Eng Muslim, ST.,MT sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Ibu Dr. Muryidah, M.Sc. sebagai Wakil Dekan Bidang Akademis Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak Dr. Anas Puri, ST., MT. sebagai Wakil Dekan Bidang Keuangan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Akamar Efendi, S.Kom., M.Kom. sebagai Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan dan Alumni Fakultas Teknik Universitas IslamRiau.
6. Ibu Harmiyati, ST., M.Si. sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau dan sebagai Dosen Pembimbing.
7. Ibu Safitri ST.,MT. sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
8. Bapak Ir. H. Firdaus Agus, MP. sebagai Dosen Penguji.
9. Ibu Roza Mildawati, ST., MT. sebagai Dosen Penguji.
10. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
11. Seluruh Staf dan Karyawan/i Tata Usaha (TU) Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
12. Seluruh Staf dan Karyawan/i Perpustakaan Teknik Universitas Islam Riau
13. Orang tua tercinta Bapak Soni Putra dan Ibu Nurhastuti, Kakak saya Ratih Sanima dan yang selalu mensupport saya setiap saat Intan Sri Maulina yang

selama ini tak henti-hentinya memberi semangat dan mendoakan serta memberi dukungan.

14. Kepada teman-teman dekat saya Reki kurniawan, Irsyadul habibi, Reggy awaldy, Musyari Fauzan, Pandu Abyan, Reka Kurniawati dan masih banyak lagi yang selalu siap sedia membantu saya setiap waktu

15. Seluruh teman-teman kuliah yang selalu memberi semangat dan dukungannya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini Dikki Permana, Yoga Raeko Aminullah, Hikmawan, Azhar Syafawi, Agus Krismon, Syekhul Hadi, Romel Ali dan seluruh teman-teman Teknik Sipil angkatan 2017.

Akhir kata penulis berharap agar Tugas Akhir ini nantinya dapat bermanfaat bagi kita semua terutama bagi peneliti sendiri. Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Pekanbaru, 30 juni 2022

Peneliti



## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Umum.....	4
2.2 Penelitian Sebelumnya .....	4
2.3 Keaslian Penelitian.....	8
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....	<b>9</b>
3.1 Umum.....	9
3.2 Kebutuhan Air Bersih.....	9
3.3 Pertumbuhan Jumlah Penduduk .....	14
3.4 Persyaratan Penyediaan Air Bersih .....	17
3.5 Sistem Distribusi Air Bersih .....	21
3.6 Sistem Pengaliran Air Bersih .....	22
3.7 Perlengkapan Jaringan Distribusi.....	23

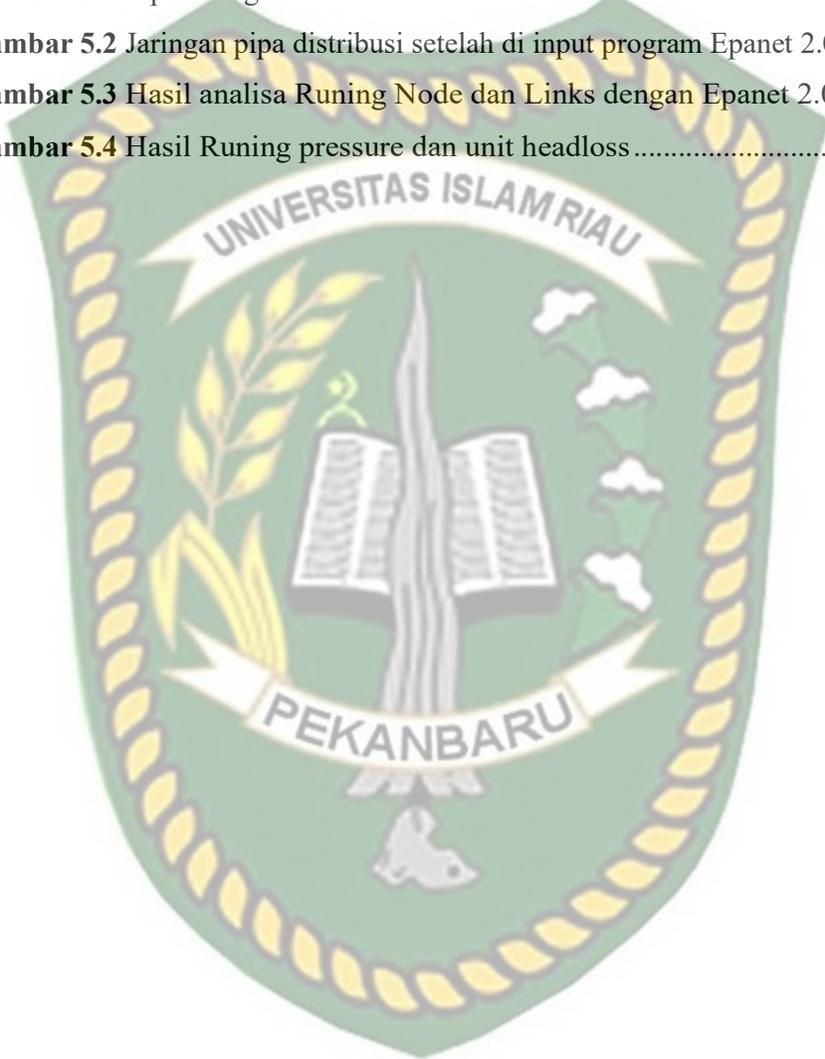
3.8 Analisa Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih .....	28
3.9 Perhitungan Hidrolisis Jaringan Perpipaan Distribusi .....	29
3.10 Aplikasi Epanet 2.0 .....	30
3.11 Langkah-Langkah Membuat Analisa dalam Epanet 2.0 .....	32
<b>BAB IV METODE PENELITIAN.....</b>	<b>35</b>
4.1 Lokasi Penelitian .....	35
4.2 Teknik Pengumpulan Data .....	36
4.3 Tahapan Penelitian .....	37
4.4 Cara Analisa Data.....	39
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
5.1 Jumlah Pelanggan PDAM Tirta Indra Kecamatan Rengat.....	41
5.2 Proyeksi Pelanggan Kecamatan Rengat.....	41
5.3 Analisa kebutuhan air ditiap ruas jalan berdasarkan data pelanggan pada tahun 2022 dan tahun 2031 .....	43
5.4 Hasil Analisa Diameter Pipa Jaringan distribusi PDAM Tirta Indra .....	47
5.5 Hasil analisa kehilangan air di PDAM Tirta Indra.....	50
5.6 Kondisi dan evaluasi jaringan distribusi dengan Epanet 2.0 .....	52
<b>BAB VIKESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>63</b>
6.1 Kesimpulan.....	63
6.2 Saran.....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>65</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Standar kebutuhan air bersih berdasarkan jenis kota .....	11
Tabel 3.2 Kebutuhan Air Bersih Rumah Tangga .....	13
Tabel 3.3 Kekasaran pipa pada koefisien Hazzen-william.....	30
Tabel 5.1 Jumlah Pelanggan 5 tahun terakhir .....	41
Tabel 5.2 Tabel Proyeksi penduduk .....	42
Tabel 5.3 Nilai koefisien korelasi dan Standar Deviasi.....	42
Tabel 5.4 Proyeksi penduduk 10 tahun mendatang.....	42
Tabel 5.5 Kebutuhan air ditiap ruas jalan pada tahun 2022 .....	43
Tabel 5.6 Kebutuhan air ditiap ruas jalan pada tahun 2031 .....	45
Tabel 5.7 Diameter pipa pada tahun 2021, tahun 2031 dan yang terpasang .....	48
Tabel 5. 8 Pergantian diameter pipa .....	49
Tabel 5. 9 hasil analisis pipa eksisting .....	56
Tabel 5.10 Hasil analisis junction eksisting.....	59

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 4.1</b> Peta jaringan distribusi PDAM Tirta Indra.....	36
<b>Gambar 4.2</b> Bagan alir penelitian .....	39
<b>Gambar 5.1</b> Pipa Jaringan Distribusi PDAM Tirta Indra .....	52
<b>Gambar 5.2</b> Jaringan pipa distribusi setelah di input program Epanet 2.0 .....	53
<b>Gambar 5.3</b> Hasil analisa Runing Node dan Links dengan Epanet 2.0 .....	54
<b>Gambar 5.4</b> Hasil Runing pressure dan unit headloss .....	55



## DAFTAR NOTASI

SR	= Sambungan Rumah (liter/hari)
RSR	= Rasio Sambungan Rumah
KSR	= Konsumsi Air Sambungan Rumah (liter/ hari)
SU	= Sambungan Umum (Liter/hari)
RSU	= Rasio Sambungan Umum
KSU	= Konsumsi Air Sambungan Umum (liter/hari)
Qr	= kebutuhan air rata-rata (liter/hari)
Qd	= Kebutuhan air domestik (liter/hari)
Qn	= Kebutuhan air non domestik (liter/hari)
Qa	= kehilangan air (liter/hari)
n	= jangka waktu
Xi	= jumlah penduduk tahun awal
Yi	= jumlah tahun proyeksi
Pn	= Jumlah penduduk pada tahun yang diproyeksikan
Po	= Jumlah penduduk awal
r	= Rata-rata angka pertumbuhan penduduk tiap tahun
n	= Jangka waktu
N	= Jumlah data diketahui
C	= Koefisien Hazen-William
d	= Diameter pipa dalam (m)
S	= Kemiringan lahan
hL	= Headloss mayor (m)
L	= Panjang pipa (m)
Sd	= Standar deviasi
Q	= Debit aliran (liter/hari)

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A : Langkah-langkah Perhitungan Dalam Penelitian

Lampiran B : Data-data Penelitian

Lampiran C : Surat-Surat

Lampiran D : Dokumentasi



Dokumen ini adalah Arsip Milik :  
**Perpustakaan Universitas Islam Riau**

# EVALUASI JARINGAN PIPA DISTRIBUSI PDAM TIRTA INDRA DI KECAMATAN RENGAT KABUPATEN INDRAGIRI HULU

RANDA VATRA SUHAstra

173110263

## ABSTRAK

Meningkatnya pertumbuhan penduduk maka kebutuhan air bersih akan ikut meningkat, PDAM dituntut untuk mampu memenuhi kebutuhan air bersih tersebut, dengan memperhatikan kualitas, kuantitas dan kontinuitas, Tujuan dari penelitian ini menghitung kebutuhan air bersih yang ada di PDAM Daerah pelayanan Kota Rengat dalam 10 tahun kedepan berdasarkan jumlah data pelanggan serta menganalisa apakah produksi masih mencukupi hingga tahun 2031, mengetahui angka kehilangan air di PDAM Tirta Indra Kota Rengat dan menganalisa apakah diameter pipa untuk 10 tahun kedepan masih sanggup mengalirkan debit air berdasar analisa data pelanggan.

Metode yang digunakan adalah dalam penentuan jumlah pelanggan menggunakan perbandingan terhadap nilai korelasi dan standar deviasi dalam menentukan dengan melakukan perhitungan menggunakan metode aritmatika dan geometrik, perhitungan diameter pipa pada penelitian ini menggunakan persamaan Hazzen William dan analisa jaringan distribusi menggunakan epanet 2.0

Hasil dari penelitian ini adalah Total kebutuhan air bersih untuk PDAM Tirta Indra daerah pelayanan kota Rengat pada tahun 2031 adalah 4.347.173 liter/hari atau 50,31 liter/detik, dengan kapasitas produksi PDAM Tirta Indra kota rengat saat ini adalah sebesar 6.656.600 liter/hari mampu mencukupi kebutuhan pelanggan untuk 10 tahun mendatang. Berdasarkan hasil perhitungan rencana diameter pipa pada tiap ruas jalan terdapat beberapa yang memerlukan pergantian, Dari hasil analisa menggunakan aplikasi Epanet 2.0 didapatkan hasil terdapat beberapa titik pada pipa yang kecepatan aliran air dibawah standar yaitu pipa24 sampai pipa29, pipa34, pipa39, pipa82 sampai pipa 86, pipa67 dan pipa77, pipa tersebut merupakan pipa yang jauh dari reservoir dan pompa, hal ini dapat menyebabkan aliran air yang sampai dipelanggan tidak sesuai standar, untuk nilai tekanan sesuai dengan kriteria yang ditetapkan oleh Dinas pekerjaan umum.

Kata kunci : Epanet 2.0, Kebutuhan Air, PDAM

# EVALUATION OF PDAM TIRTA INDRA DISTRIBUTION PIPE NETWORK IN RENGAT DISTRICT, INDRAGIRI HULU REGENCY

RANDA VATRA SUHAstra  
173110263

## ABSTRACT

With increasing population growth, the need for clean water will also increase, PDAMs are required to be able to meet these clean water needs, taking into account the quality, quantity and continuity. the amount of customer data and analyze whether production is still sufficient until 2031, find out the rate of water loss in PDAM Tirta Indra, Rengat City and analyze whether the pipe diameter for the next 10 years is still able to flow water discharge based on customer data analysis

The method used is in determining the number of customers using a comparison of the correlation value and standard deviation in determining by performing calculations using arithmetic and gemometric methods, calculating pipe diameters in this study using the Hazzen William equation and distribution network analysis using epanet 2.0

The result of this research is that the total demand for clean water for PDAM Tirta Indra in the service area of Rengat city in 2031 is 4,347,173 liters/day or 50.31 liters/second, with the current production capacity of PDAM Tirta Indra in Rengat town of 6,656,600. liters/day is able to meet customer needs for the next 10 years. Based on the results of the calculation of the pipe diameter plan on each road section, there are several that require replacement. From the results of the analysis using the Epanet 2.0 application, the results show that there are several points on the pipe where the water flow velocity is below the standard, namely pipe24 to pipe 29, pipe 34, pipe 39, pipe 82 to pipe 86, pipe 67 and pipe 77, the pipe is a pipe that is far from the reservoir and pump, this can cause the flow of water that reaches the customer not according to standards, for the pressure value in accordance with the criteria set by the Service public Works

Keywords: Epanet 2.0, Water Needs, PDAM

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air adalah sumber daya alam yang mutlak diperlukan bagi makhluk hidup, kehidupan manusia, dan dalam sistem tata lingkungan, air adalah unsur utama. Kebutuhan manusia akan air semakin meningkat dari waktu ke waktu, bukan saja karena meningkatnya jumlah manusia yang memerlukan air tersebut melainkan juga karena meningkatnya intensitas dan ragam dari kebutuhan akan air. Manusia dan semua makhluk hidup butuh air (Kodoatie, 2005).

Pengolahan air yang berasal dari jaringan transmisi atau distribusi diperlukan pemeliharaan untuk menjaga kualitas dari air. Dalam kehidupan sehari-hari air merupakan salah satu komponen yang paling dekat dengan manusia yang menjadi kebutuhan dasar bagi kualitas dan keberlanjutan kehidupan manusia, oleh karena hal tersebut air harus tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai. Pemenuhan kebutuhan air dapat dilakukan dengan sistem perpipaan maupun sistem nonperpipaan tergantung dari sarana dan prasarana di wilayah tersebut. Sistem perpipaan dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dan sistem non perpipaan di kelola oleh masyarakat baik secara individu maupun secara kelompok (Tambunan, 2014).

Masalah penyediaan air bersih saat ini merupakan salah satu hal yang harus diperhatikan disetiap negara maju maupun berkembang, dengan pertumbuhan penduduk dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan, maka kebutuhan akan air bersih semakin meningkat, PDAM dituntut untuk mampu memenuhi kebutuhan air bersih dengan memperhatikan kualitas, kuantitas dan kontinuitas. Tanpa jaringan distribusi yang mencukupi standar maka hal tersebut tidak akan mampu memenuhi kebutuhan air bersih oleh PDAM. Dari hal-hal tersebut maka perlu adanya evaluasi terhadap jaringan distribusi dan kebutuhan air bersih pada PDAM untuk memenuhinya.

Kabupaten Indragiri Hulu merupakan salah satu kabupaten yang terletak di Provinsi Riau, pengadaan air bersih di Kabupaten Indragiri Hulu di kelola oleh

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Indra. Air baku yang di ambil berasal dari sungai indragiri yang di olah dan di proses sehingga menghasilkan air bersih lalu distribusikan melalui sistem perpipaan sampai ke konsumen. Pelayanan PDAM Tirta Indra saat ini sudah mencakup 14 (empat belas) Ibukota Kecamatan yang terbagi 1 (satu) Kantor pusat, 2 (dua) Kantor cabang, dan 12 (dua belas). Kantor unit wilayah pelayanan terbesar adalah Kota Rengat yang pelayanannya hampir mencakup seluruh wilayah Kecamatan Rengat.

PDAM Tirta Indra daerah pelayanan kota Rengat terus mengalami peningkatan jumlah pelanggan setiap tahunnya, tidak seimbang antara jumlah air bersih dengan jumlah penduduk dapat mengakibatkan kurangnya pasokan air bersih untuk masyarakat. Untuk itu di perlukan sebuah evaluasi terhadap jumlah kebutuhan air bersih terhadap jumlah produksi apakah sesuai dengan jumlah pertumbuhan pelanggan tiap tahunnya guna mengantisipasi kebutuhan air bersih di masa yang akan datang dan juga melakukan evaluasi terhadap pipa jaringan distribusi agar pelayanan terhadap pelanggan PDAM Tirta Indra tetap terjaga.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang dapat diambil dari latar belakang diatas adalah:

1. Berapa kebutuhan air bersih di PDAM Tirta Indra Kecamatan Rengat Pada tahun 2022-2031 berdasarkan jumlah data pelanggan ?
2. Berapa besar kehilangan air di PDAM Tirta Indra Kecamatan Rengat Pada tahun 2022 ?
3. Berapa kecepatan aliran air dan diameter pada pipa jaringan distribusi di PDAM Tirta Indra Kecamatan Rengat Pada tahun 2022 dan 2031?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan tugas akhir ini adalah:

1. Menghitung kebutuhan air bersih yang ada di PDAM Tirta Indra Kecamatan Rengat Pada tahun 2022-2031 berdasarkan jumlah data pelanggan
2. Mengetahui angka kehilangan air di PDAM Tirta Indra Kecamatan Rengat pada tahun 2022

3. Mengetahui kecepatan aliran air dan diameter pada pipa jaringan distribusi berdasarkan debit penggunaan air setiap ruas jalan di PDAM Tirta Indra Kecamatan Rengat

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah :

1. Memberikan informasi dan menjadi bahan untuk evaluasi kapasitas produksi mencukupi pelayanan untuk 10 tahun kedepan
2. Memberikan informasi kepada PDAM Kabupaten Indragiri Hulu mengenai kondisi eksisting jaringan distribusi air bersih unit pelayanan Kec. Rengat
3. Sebagai alternatif dalam merencanakan peningkatkan pelayanan jaringan distribusi air bersih di unit pelayanan Kec. Rengat PDAM Kabupaten Indragiri Hulu.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Agar penelitian ini tidak menyimpang dan tidak terlalu luas dari rumusan masalah maka perlu adanya pembatasan masalah yang ditinjau, Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Evaluasi jaringan distribusi PDAM ini hanya dilakukan di daerah pelayanan Rengat kota saja
2. Perhitungan perkiraan jumlah kebutuhan air bersih untuk tahun 2022 sampai 2031 berdasarkan data pelanggan
3. Tidak membahas biaya yang dibutuhkan dalam penggantian pipa jaringan distribusi PDAM
4. Hanya membahas mengenai masalah teknis pada daerah pelayanan Kec. Rengat, masalah seperti sosial dan ekonomi tidak dibahas
5. Evaluasi pada jaringan distribusi PDAM Kota Rengat dilakukan dengan aplikasi Epanet 2.0

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Umum

Tinjauan pustaka merupakan pengkajian kembali literatur -literatur pada penelitian sebelumnya. Sesuai dengan arti tersebut, tinjauan pustaka berfungsi sebagai landasan peneliti untuk menjelaskan teori, permasalahan dan tujuan. Dasar tinjauan itu sendiri diambil dari referensi buku-buku terkait dan peraturan-peraturan yang berlaku.

### 2.2 Penelitian Sebelumnya

Penelitian-penelitian ini menggunakan tinjauan pustaka dari penelitian-penelitian sebelumnya yang telah ada, berikut terkait hasil penelitian yang telah dilakukan diberbagai tempat:

**Sarungallo dkk** (2016) telah melakukan penelitian “Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih di Kecamatan Pontianak Selatan Kota Pontianak Provinsi Kalimantan Barat” Permasalahan umum yang saat ini masih dihadapi PDAM Tirta Khatulistiwa Kota Pontianak yaitu tidak mengalirnya air pada jam puncak pagi dan sore hari di beberapa daerah di kecamatan Pontianak Selatan dan tingkat kehilangan air yang cukup tinggi adapun tujuan dari penelitian, Evaluasi dilakukan menggunakan software EPANET 2.0 dengan meninjau parameter teknis kecepatan maksimum. Input data adalah tekanan pompa, kapasitas pemompaan, panjang pipa, diameter pipa, elevasi tanah dan pembagian node berdasarkan pemakaian air. evaluasi jaringan distribusi air bersih dengan melihat tiga parameter teknis pengaliran air bersih yaitu sisa tekan, kehilangan tekan dan kecepatan aliran. Berdasarkan hasil evaluasi software Epanet 2.0 pada jaringan eksisting diketahui terdapat 46 node yang memiliki sisa tekan di bawah standar dan terlihat bahwa 30% daerah pelayanan akan mengalami kekurangan air atau air tidak mengalir atau air sangat kecil pada saat jam puncak. Sedangkan dari tinjauan terhadap diameter pipa eksisting, ada sekitar 30% perpipaan eksisting yang tidak memenuhi syarat dalam hal kapasitas dan diameter pipa. Artinya ada sekitar 20% perpipaan yang perlu

disesuaikan diameternya sehingga diharapkan aliran akan lebih merata dan dapat memenuhi standar hidrolis pengaliran air bersih menurut Departemen PU Cipta Karya tahun 1998. Dibutuhkan perbaikan untuk 30% pipa dikarenakan diameter pipa yang sudah tidak mampu mengalirkan air sesuai dengan standar kriteria hidrolis. Upaya perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan penggantian diameter pipa untuk menurunkan kehilangan air sebesar 20% dan dapat memenuhi parameter teknis yaitu kecepatan, kehilangan tekan dan sisa tekan sehingga mampu mengalirkan air bersih ke daerah pelayanan sesuai kriteria hidrolis.

**Lestari dkk** (2016) telah melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Dan Rencana Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih Unit Cabang Timur Pdam Kabupaten Klaten”. Daerah perencanaan pada Tugas Akhir ini adalah Unit Pelayanan Cabang Timur yang merupakan salah satu unit pelayanan PDAM Kabupaten Klaten. Unit Pelayanan Cabang Timur terdiri dari 3 Unit Pelayanan IKK, yaitu Unit Pelayanan IKK Ceper, Unit Pelayanan IKK Pedan, dan Unit Pelayanan IKK Cawas. tujuan dari penelitian ini adalah Merencanakan pembentukan blok pelayanan jaringan distribusi air bersih dan peningkatan persentase pelayanan air bersih serta Menganalisis kondisi eksisting jaringan distribusi Unit Pelayanan Cabang Timur PDAM Kabupaten Klaten. Analisis dan rencana pengembangan jaringan distribusi air bersih menggunakan program EPANET 2.0. Adapun hasil dari penelitian ini dimana Kondisi hidrolika jaringan distribusi air bersih eksisting Unit Pelayanan Cabang Timur memenuhi kriteria untuk tekanan dan headloss, sedangkan kecepatan pipa masih ada yang berada dibawah 0,3 m/detik dan Kondisi hidrolika perpipaan setelah pengembangan menunjukkan belum memenuhi kriteria. Setelah dilakukan modifikasi, kondisi hidrolika memenuhi kriteria, kecuali kecepatan pipa masih ada yang berada dibawah 0,3 m/detik Adapun untuk menentukan target persen pelayanan sebaiknya dilakukan survei langsung kepada masyarakat daerah perencanaan. Hasil analisis kondisi eksisting digunakan sebagai dasar rencana pengembangan jaringan distribusi. Penambahan persen pelayanan didasarkan pada tren pertumbuhan pelanggan di Unit Pelayanan Cabang Timur.

**Yulianto dkk** (2018) melakukan penelitian yang berjudul “Evaluasi Dan Perencanaan Pengembangan Jaringan Pipa Distribusi Air Minum Pdam Tirta Kandilo Unit Kecamatan Tanah Grogot, Kabupaten Paser, Kalimantan Timur” tujuan dari penelitian ini adalah melakukan evaluasi terhadap kondisi eksisting serta menyusun rencana pengembangan jaringan distribusi PDAM Tirta Kandilo dalam 15 tahun kedepan, mulai tahun 2018 hingga tahun 2032 mendatang. Adapun hasil yang didapat adalah terdapat penambahan 3 daerah pelayanan sesuai RTRW yang berlaku yaitu desa Padang Pangrapat, desa Sempulang serta kota Tanah Grogot dengan masing-masing debit sebesar 15,37 liter/detik, 29,11 liter/detik dan 18,97 liter/detik sehingga debit keseluruhan sebesar 262,95 liter/detik di masa mendatang. Agar target rencana pengembangan tercapai PDAM Tirta Kandilo perlu melakukan modifikasi dimensi pipa, menambahkan pompa booster pada beberapa titik pelayanan yang kritis serta menambahkan Instalasi Pengolahan Air (IPA) pada desa Sempulang agar pelayanan air bersih terjangkau dalam jangka waktu kedepan. Reservoir juga perlu dilakukan penambahan volume sehingga kebutuhan air terpenuhi. Diameter pipa yang digunakan pada perencanaan ini berkisar antara 50 mm hingga 400 mm dengan jenis pipa PVC

**Kause dkk** (2020) melakukan penelitian yang berjudul “Evaluasi Dan Perencanaan Pengembangan Jaringan Air Bersih Di Kota Soe” tujuan dari penelitian ini Mengetahui kebutuhan air bersih penduduk dan kapasitas debit yang tersedia dan mengetahui kondisi jaringan perpipaan eksisting serta Mengetahui pengembangan jaringan transmisi dan memperluas jaringan perpipaan ke wilayah distribusi di Kecamatan Kota SoE yang belum terlayani yang belum terlayani. Hasil dari penelitian ini mendapatkan total kebutuhan air bersih penduduk Kota SoE sebesar 65.91 ltr/dtk pada Tahun 2019 dan 74.86 ltr/dtk pada tahun 2038 Sementara debit produksi air yang dimanfaatkan saat ini adalah sebesar 21.32 ltr/dtk, sehingga terjadi kekurangan air sebesar 44.59 ltr/dtk pada awal tahun rencana (2019) dan 53.54 ltr/dtk pada akhir tahun rencana (2038) dan hasil analisa hidrolis pada jaringan perpipaan eksisting menunjukkan terjadinya tekanan air yang besar pada pipa transmisi bonleu akibat jalur pipa yang melalui kondisi topografi yang ekstrim dan hanya mampu mengalirkan debit maksimum sebesar  $\pm 45$  ltr/dtk. Namun terjadi

kehilangan air yang cukup besar pada jaringan transmisi Bonleu akibat umur pipa telah mencapai 30 tahun sehingga menyebabkan kebocoran dan adanya Tapping liar pada jaringan transmisi sebelum mencapai reservoir TVRI di Kota SoE. Sedangkan kondisi hidrolis jaringan distribusi eksisting menunjukkan bahwa jaringan distribusi saat ini tidak mampu melayani kebutuhan air bersih pada tahun rencana karena spesifikasi pipa yang tidak mencukupi kapasitas untuk mendukung pelayanan air.

**Ramadhan** (2020) telah melakukan penelitian yang berjudul “Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Pdam Tirta Daroy Pada Zona I Banda Aceh” tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui berapa nilai kebutuhan air total untuk wilayah tiap gampong pada lokasi Zona I PDAM Tirta Daroy dalam mengupayakan pengembangan sistem jaringan distribusi untuk Tahun 2029 serta mengetahui bagaimana pertimbangan di dalam pengembangan sistem jaringan distribusi untuk Tahun 2029 mendatang pada Zona I PDAM Tirta Daroy dalam pemenuhan kebutuhan debit dan tekanan optimal. Hasil penelitian mendapatkan Total kebutuhan air bersih untuk wilayah layanan Zona I PDAM Tirta Daroy pada tahun 2029 adalah 12.457.152 liter/hari atau 144.18 liter/detik, dan untuk kebutuhan air jam puncak adalah 165,81 liter/detik serta Hasil penelitian ini juga menunjukkan perlu dilakukan beberapa perubahan di dalam upaya pengembangan jaringan distribusi Zona I PDAM Tirta Daroy yaitu : Pergantian pipa Ø100 mm menjadi Ø250 mm di Jalan Laksamana Malahayati sepanjang 16 meter, Pergantian pipa Ø200 mm menjadi Ø250 mm di Jalan Laksamana Malahayati sampai dengan Jalan T. Nyak Arief sepanjang 1360 meter, Pergantian pipa di Jalan Laksamana Malahayati sepanjang 11 meter dengan diameter pipa Ø200 mm menjadi Ø250 mm dan pergantian aksesoris pipa yaitu Fitting HDPE Tee, guna menyesuaikan dengan pipa yang ada di tahap pengembangan ,Pergantian pipa pertama yang berdiameter Ø300 mm menjadi Ø400 mm sepanjang 264 meter dan pipa kedua yang berdiameter Ø250 mm menjadi Ø400 mm sepanjang 1282 meter di Jalan T. Moh. Daud Bereueh dan menyatakan perlu dilakukan pergantian unit pompa untuk upaya optimalisasi antara lain di lokasi Lamprit berupa pompa booster dengan debit 90 l/s dan Head 60 meter.

### 2.3 Keaslian Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Indragiri Hulu pada PDAM Tirta Indra unit pelayanan Kecamatan Rengat. Berdasarkan penelitian yang ada sebelumnya penulis menyadari bahwa ada beberapa kemiripan baik dalam bentuk teori yang dipakai maupun prinsip pengerjaannya. Tetapi penulis mengetahui bahwa masih banyak terdapat perbedaan-perbedaan seperti lokasi penelitian, permasalahan dan pembahasan. Karena perbedaan tersebut penulis mengangkat judul tugas akhir ini.



## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Umum

Air adalah sumber utama bagi setiap manusia dan juga untuk organisme hidup. Tidak hanya untuk keperluan domestik, tetapi juga untuk keperluan industri dan irigasi distribusi air dapat dimanfaatkan. Air melayani manusia dan organisme hidup pada masa lampau melalui lembah sungai dan sungai kecil (Kanth dkk, 2011).

Air bersih merupakan kebutuhan dasar manusia, sehingga ketersediaannya amatlah penting. Pemanfaatannya tidak hanya terbatas untuk keperluan rumah tangga, tetapi juga untuk fasilitas umum, sosial maupun ekonomi. Kebutuhan air bersih akan terus meningkat seiring dengan perkembangan manusia. Dengan adanya pertumbuhan penduduk, terjadi dinamika dalam masyarakat baik dalam segi kepadatan, sosial maupun ekonomi, sehingga kebutuhan air bersih pun akan meningkat.

#### 3.2 Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih adalah banyaknya jumlah air yang dibutuhkan oleh penduduk yang digunakan dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari baik itu kebutuhan domestik maupun kebutuhan nondomestik, Dalam penggunaan kebutuhan air bersih untuk kehidupan sehari-hari terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kebutuhan air bersih (Paembonan, 2013), yaitu:

##### 1. Iklim

Iklim sangat mempengaruhi daya konsumsi air bersih oleh masyarakat dimana pada musim panas kebutuhan akan air untuk mandi/penyiraman tanaman akan meningkat, begitupun sebaliknya pada musim dingin, air dialirkan untuk menghindari bekunya pipa distribusi.

##### 2. karakteristik penduduk

Komponen penduduk yang beragam dapat mempengaruhi tingkat konsumsi masyarakat terutama dari segi ekonomi. Biasanya masyarakat dengan tingkat ekonomi menengah ke atas akan menggunakan air yang lebih besar, sedangkan

masyarakat dengan ekonomi mengengah ke bawah cenderung menggunakan air lebih sedikit.

3. Masalah lingkungan hidup

Semakin tidak seimbangya perkembangan teknologi dengan ketersediaan air dalam arti lain bahwa semakin meningkatnya teknologi maka penggunaan air akan semakin meningkat yang mengakibatkan pengurangan jumlah air.

4. Industri dan perdagangan

Biasanya pada kawasan sentral tempat berdirinya industri dan bisnis lebih banyak membutuhkan air dibandingkan dengan daerah lain tergantung apa yang diproduksi.

5. Iuran dan meteran

Iuran dan meteran mempengaruhi konsumsi masyarakat sehingga mengakibatkan harga air yang mahal, dimana masyarakat sebisa mungkin mengurangi pemakaian air, sedangkan harga air yang murah mengakibatkan masyarakat menggunakan air yang lebih banyak.

6. Ukuran wilayah

Ukuran wilayah dapat mempengaruhi pemakaian air karena wilayah yang besar otomatis penduduknya berjumlah besar pula, sedangkan wilayah yang kecil maka penduduknya berjumlah sedikit pula. Hal ini dapat mengakibatkan penggunaan air dipengaruhi oleh ukuran wilayah pelayanan.

7. Kebutuhan konvermasi alam

Pada saat musim kering yang lama atau musim kemarau akan mengakibatkan masyarakat berusaha menggunakan air dengan hemat. Instalasi terkait akan berusaha menyediakan cadangan air untuk mengantisipasi kekurangan air, begitupun sebaliknya jika pada musim penghujan.

Pada saat ini penggunaan air terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, dimana penggunaan air untuk berbagai macam tujuan dapat dibagi dalam beberapa kebutuhan, dalam penggunaan sehari-hari kebutuhan air di kategorikan kedalam dua kategori yaitu kebutuhan air domestik dan non domestik :

### 1. Kebutuhan Domestik

Kebutuhan domestik adalah kebutuhan air bersih untuk pemenuhan kegiatan sehari-hari atau rumah tangga seperti untuk minum, memasak, mandi, cuci, menyiram tanaman, halaman, pengangkutan air buangan (dapur dan toilet), sehingga kebutuhan air domestik merupakan bagian terbesar dalam perencanaan kebutuhan air. Jumlah kebutuhan air domestik ini dipengaruhi oleh faktor kebiasaan, pola dan tingkat kehidupan yang didukung oleh adanya perkembangan sosial ekonomi.

Kebutuhan air bersih berdasarkan kategori kota dan jumlah penduduk dapat dilihat pada Tabel 3.1 :

**Tabel 3.1** Standar kebutuhan air bersih berdasarkan jenis kota

Kategori	Keterangan	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air (Ltr/Org/Hr)
I	Kota Metropolitan	Diatas 1 Juta	190
Ii	Kota Besar	500.000 - 1 Juta	170
Iii	Kota Sedang	100.000 - 500.000	150
Iv	Kota Kecil	20.000 - 100.000	130
V	Desa	10.000 - 20.000	100
Vi	Desa Kecil	3.000 - 10.000	60

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum RI Ditjen Cipta Karya, 2007

Untuk Menghitung kebutuhan air bersih domestik pada sambungan rumah berdasarkan jumlah penduduk :

$$SR = \text{tingkat pelayanan} \times \text{jumlah penduduk} \times RSR \times KSR \quad (3.1)$$

Dimana :

SR = Sambungan Rumah (liter/hari)

RSR = Rasio Sambungan Rumah yang di gunakan 80%

KSR = Konsumsi Air Sambungan Rumah per orang 120 (liter/ hari)

Untuk menghitung kebutuhan air bersih pada sambungan umum berdasarkan jumlah penduduk dapat dipakai rumus :

$$SU = \text{Tingkat pelayanan} \times \text{Jumlah penduduk} \times RSU \times KSU \quad (3.2)$$

Dimana :

SU = Sambungan Umum (Liter/hari)

RSU = Rasio Sambungan Umum yang di gunakan 20%

KSU = Konsumsi Air Sambungan Umum per orang 20 (liter/hari)

Sedangkan perhitungan tentang kebutuhan air dengan rumus :

$$\text{Total Kebutuhan} = \text{SR} + \text{SU} \quad (3.3)$$

Dimana :

SR = Sambungan Rumah

SU = Sambungan Umum

Kebutuhan air bersih di kota besar berbeda dengan kota sedang atau kota kecil. Karena pemakaian air oleh suatu masyarakat bertambah dengan kemajuan masyarakat tersebut, sehingga pemakaian air juga sering kali di gunakan sebagai salah satu tolak ukur tinggi rendahnya tingkat kemajuan suatu masyarakat.

## 2. Kebutuhan air non domestik

Kebutuhan air non domestik adalah keutuhan air yang di gunakan untuk kegiatan komersil seperti industri, perkantoran, maupun kegiatan sosial seperti sekolah, rumah sakit, tempat ibadah, dan niaga. Kebutuhan air non domestik suatu daerah cenderung meningkat sejalan dengan peningkatan penduduk dan perubahan tata guna lahan. Kebutuhan ini bisa mencapai 20% sampai 25% dari total suplai (produksi) air.

Dalam merancang suatu sistem jaringan distribusi air minum perlu memperhatikan jumlah populasi di wilayah yang akan dilayani atau biasa disebut dengan area pelayanan. Jumlah populasi di area pelayanan perlu diperhatikan untuk menentukan kuantitas kebutuhan air minum di wilayah tersebut. Dalam menentukan kuantitas kebutuhan air minum jumlah populasi penduduk berbanding lurus dengan jumlah kebutuhan air. Semakin banyak penduduk/populasi di suatu wilayah, semakin besar pula jumlah kebutuhan air minum di wilayah tersebut.

Kebutuhan air bersih untuk kategori kota berdasarkan jumlah penduduk dapat dilihat pada tabel 3.2 :

**Tabel 3.2** Kebutuhan Air Bersih Rumah Tangga

No.	Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa)				
		> 1.000.000	500.000 S/D 1.000.000	100.000 S/D 500.000	20.000 S/D 100.000	<20.000
		Metro	Besar	Sedang	Kecil	Desa
1	Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR)	>150	150-120	90-120	80-120	60-80
2	Konsumsi Unit Hidran Umum (HU)L/Org/Hr	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40
3	Konsumsi Unit Non Domestik (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-10
4	Kehilangan Air (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
5	Faktor Hari Maksimum	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
6	Faktor Jam Puncak	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
7	Jumlah Jiwa Per SR	5	5	6	6	10
8	Jumlah Jiwa Per HU	100	100	100	100-200	200
9	Sisa Tekanan Dijaringan Distribusi(Mka)	10	10	10	10	10
10	Jam Operasi	24	24	24	24	24
11	Volume Reservoir (%) Kebutuhan Hari Maksimum	20	20	20	20	20
12	SR : HU	50:50 S/D 80:20	50:50 S/D 80:20	80:20	70:30	70:30
13	Cakupan pelayanan(%)	90	90	90	90	70

Sumber : Direktorat Jendral Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, 2000

### 3. Kebutuhan air total

untuk menghitung jumlah kehilangan air yang ada dilakukan dengan cara:

$$\text{Kehilangan Air} = 25\% \times (Q_{\text{domestik}} + Q_{\text{non domestik}}) \quad (3.4)$$

Dimana 25% merupakan nilai standar dari kehilangan air

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air domestik dan non domestik ditambah kehilangan air.

$$Q_r = Q_d + Q_n + Q_a \quad (3.5)$$

Dimana :

$Q_r$  = kebutuhan air rata-rata (ltr/hari)

$Q_d$  = Kebutuhan air domestik (ltr/hari)

$Q_n$  = Kebutuhan air non domestik (ltr/hari)

$Q_a$  = kehilangan air (ltr/hari)

#### 4. Kapasitas debit

Adapun kriteria perhitungan yang di gunakan adalah sebagai berikut:

- a) Perhitungan debit rata rata berdasarkan pada total kebutuhan pemakaian air rata rata per hari, di jadikan ke dalam detik (24 x 60 x 60 ). Total kebutuhan rata rata adalah keseluruhan pemakaian air yang di gunakan untuk domestik dan untuk non domestik di tambah kehilangan air.

$$\text{Debit rata rata} = \frac{\text{kebutuhan total perhari (liter)}}{86400} \quad (3.6)$$

- b) perhitungan debit puncak berdasarkan pemakaian air jam puncak yang di tetapkan sebesar 140 % dari pemakaian rata rata.

$$\text{Debit puncak (liter/detik)} = \text{debit rata rata (liter/detik)} \times 1,40 \quad (3.7)$$

- c) perhitungan debit air maksimum 113% dari pemakaian air rata rata. Maka perencanaan debit terdiri dari:

$$\text{Debit hari maks (liter/detik)} = \text{debit rata rata (liter/detik)} \times 1,13 \quad (3.8)$$

### 3.3 Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Dalam merancang jaringan distribusi air minum suatu wilayah untuk beberapa tahun ke depan, diperlukan perhitungan proyeksi penduduk. Proyeksi pertumbuhan penduduk merupakan perhitungan perkiraan penduduk suatu wilayah pada suatu tahun tertentu yang belum diketahui.

Proyeksi penduduk ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan informasi jumlah penduduk di masa yang akan datang. Kebutuhan informasi jumlah penduduk di masa yang akan datang ini digunakan sebagai dasar dalam perancangan pembangunan suatu wilayah.

Proyeksi penduduk bukan merupakan ramalan jumlah penduduk tetapi suatu perhitungan ilmiah yang didasarkan pada asumsi dari komponen-komponen laju pertumbuhan penduduk, yaitu kelahiran, kematian, dan perpindahan (migrasi). Pertumbuhan penduduk ini dipengaruhi oleh beberapa

faktor, antara lain kelahiran, kematian, dan migrasi. Pertumbuhan penduduk ini dapat berubah-ubah setiap tahun karena angka kelahiran, angka kematian, dan migrasi ini juga berubah-ubah. Proyeksi pertumbuhan penduduk ini memerlukan data laju pertumbuhan penduduk untuk dimasukkan ke dalam perhitungannya. Dalam perhitungan proyeksi penduduk terdapat beberapa tahapan untuk menentukan jumlah penduduk di masa yang akan datang, antara lain :

1. Penentuan data dasar penduduk
2. Penentuan asumsi kelahiran, kematian, dan perpindahan

Perhitungan proyeksi  
 Dalam penentuan data dasar dan perapian penduduk ini diperlukan data jumlah penduduk dalam beberapa tahun terakhir (misal : data penduduk 5 tahun terakhir). Penentuan data ini sangat diperlukan untuk menentukan laju pertumbuhan penduduk. Komponen-komponen dalam laju pertumbuhan penduduk adalah kelahiran, kematian, dan migrasi. Oleh karena itu, diperlukan penentuan asumsi kelahiran, kematian, dan migrasi yang berarti diperlukan penentuan asumsi laju pertumbuhan penduduk. Asumsi laju pertumbuhan penduduk ini diketahui dari data jumlah penduduk beberapa tahun terakhir. Perhitungan laju pertumbuhan ini dapat menggunakan rumus perhitungan proyeksi penduduk dan dapat juga menggunakan rata-rata laju pertumbuhan penduduk setiap tahun. Setelah diketahui laju pertumbuhan penduduk dapat dihitung proyeksi penduduknya (McGhee, 1991).

Ada beberapa metode untuk melakukan proyeksi penduduk. Untuk mencapai proyeksi yang akurat di tentukan nilai *korelasi* ( $r$ ) dan *standar deviasi* (SD) dari beberapa metode tersebut. Nilai korelasi dari masing-masing metode yang mendekati angka 1 bersamaan dengan standar deviasi yang terkecil akan digunakan sebagai metode proyeksi penduduk. (Riswana & Pirngadie, 2010).

Rumus korelasi yang digunakan adalah :

$$r = \frac{(n * (\sum XiYi)) - ((\sum Xi) * (\sum Yi))}{\sqrt{(n(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2) * (n(\sum Yi^2) - (\sum Yi)^2)}} \quad (3.9)$$

Dimana :

n = jangka waktu

$X_i$  = jumlah penduduk tahun awal

$Y_i$  = jumlah tahun proyeksi

Rumus standar deviasi yang digunakan adalah:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - Y_n)^2}{n}} \quad (3.10)$$

Dimana :

$Y_i$  = jumlah tahun proyeksi

$Y_n$  = jumlah penduduk proyeksi

$n$  = jangka waktu

Perhitungan proyeksi penduduk dapat dilakukan dengan berbagai metode:

#### 1. Metode Geometrik

Untuk keperluan proyeksi penduduk, metode ini digunakan bila data jumlah penduduk menunjukkan peningkatan yang pesat dari waktu ke waktu.

Perhitungan dengan metode ini adalah dengan menggunakan rumus :

$$P_n = P_o(1 + r)^n \quad (3.11)$$

$$r = \left(\frac{P_n}{P_o}\right)^{\left(\frac{1}{n}\right)} - 1 \quad (3.12)$$

Dimana :

$P_n$  = Jumlah penduduk pada tahun yang diproyeksikan

$P_o$  = Jumlah penduduk awal

$r$  = Rata-rata angka pertumbuhan penduduk tiap tahun

$n$  = Jangka waktu

$N$  = Jumlah data diketahui

#### 2. Metode Aritmatika

Selain menggunakan metode geometrik, proyeksi pertumbuhan penduduk ini juga dapat dihitung menggunakan metode aritmatika. Metode ini biasanya disebut juga dengan rata-rata hilang. Metode ini digunakan apabila data berkala menunjukkan jumlah penambahan yang relatif sama tiap tahun. Hal ini terjadi pada kota dengan luas wilayah yang kecil, tingkat pertumbuhan ekonomi kota rendah dan perkembangan kota tidak terlalu pesat.

Asumsi dalam metode ini adalah laju pertumbuhan penduduk konstan. Persamaan yang digunakan dalam mencari laju pertumbuhan penduduk dengan menggunakan metode aritmatika adalah :

$$P_n = P_o + r.(Tn - T_0) \quad (3.13)$$

$$r = \sum_{i=1}^N \frac{P_i - P_{(i-1)}}{N} \quad (3.14)$$

Dimana :

$P_n$  = Jumlah penduduk yang diproyeksikan pada tahun ke-n

$P$  = Jumlah penduduk tahun dasar

$r$  = Kenaikan rata-rata jumlah penduduk

$T_n$  = Tahun ke-n

$T_0$  = Tahun dasar

$N$  = Jumlah data diketahui

### 3.4 Persyaratan Penyediaan Air Bersih

Sebagaimana yang terdapat pada Peraturan Pemerintah Nomor 122 tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum, bagian kedua mengenai jaringan perpipaan, paragraf pertama dengan judul Umum pasal 4 ayat (2) SPAM jaringan perpipaan yang dimaksud pada ayat satu, yaitu diselenggarakan untuk menjamin kepastian kuantitas dan kualitas air minum yang dihasilkan serta kontinuitas pengaliran air minum.

Sehingga, dalam penyediaan air bersih harus memenuhi konsep 3K yaitu:

#### 1. Persyaratan kualitas

Air baku yang digunakan menghasilkan air bersih yang telah memenuhi syarat yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah RI No. 82 tahun 2001 tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, pada pasal 8 klasifikasi dan kriteria mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas, yaitu :

- a) Kelas I yaitu air yang diperuntukan untuk air baku air minum yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaannya.

- b) Kelas II yaitu air yang diperuntukan untuk (prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan tawar, peternakan, untuk mengaliri tanaman.
- c) Kelas III yaitu air yang digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar peternakan, untuk mengaliri tanaman. Atau untuk peruntukan lainnya yang sama jenis kegunaannya.
- d) Kelas IV yaitu air yang digunakan untuk mengaliri tanaman atau untuk peruntukan lainnya yang mempersyaratkan mutu yang sama kegunaannya.

Kualitas air yang mengalir dalam suatu jaringan pipa distribusi air sangat penting, hal ini disebabkan tujuan utama dari perencanaan jaringan distribusi air bersih yaitu agar para konsumen pengguna distribusi air bersih terhindar dari berbagai macam penyakit. Perjalanan air langsung berhubungan dengan dinding pipa yang mempengaruhi kebersihan air.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas standar air minum, tujuan dari Permenkes ini adalah sebagai acuan yang menjadi standar air minum. Standar ini sangat penting untuk masyarakat, juga bagi supplier dan kontraktor yang berkecimpung tentang pengolahan air. Standar air minum yang aman menurut standar adalah apabila pengujian parameter air memenuhi syarat kimia, fisika, mikrobiologi dan radioaktif. Pengecekan mutu air minum ini tentu sangat diperlukan mengingat kualitas air yang ada di Indonesia sangat beragam. Misalnya di daerah rawa mungkin memiliki tingkat kekeruhan air yang cukup tinggi, maka dari itu perlu dilakukan pengujian sebelum di gunakan untuk kebutuhan sehari-hari.

## 2. Persyaratan kuantitas

Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih dapat ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia, dimana air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kebutuhan daerah dan jumlah penduduk yang akan dilayani. Persyaratan kuantitas juga dapat ditinjau dari standar debit air bersih yang dialirkan ke konsumen sesuai dengan jumlah kebutuhan air bersih. Kebutuhan air bersih masyarakat bervariasi, tergantung pada letak geografis, kebudayaan, tingkat ekonomi, dan skala perkotaan tempat tinggalnya.

Secara umum penyediaan air bersih berasal dari sumber air permukaan atau air dalam tanah. Karena tujuan utama dari perencanaan jaringan adalah agar kebutuhan masyarakat akan tersedianya air bersih dapat terlayani dengan baik. Untuk hal-hal yang dapat mengurangi jumlah air yang didistribusikan antara lain disebabkan oleh banyaknya sambungan pipa dan panjangnya jalur pipa sedapat mungkin dihindarkan. Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih dapat ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kebutuhan daerah dan jumlah penduduk yang akan dilayani. Persyaratan kuantitas juga bisa ditinjau dari standar debit air bersih yang dialirkan ke konsumen sesuai dengan jumlah kebutuhan air bersih. Dan kuantitas adalah syarat yang terpenting dalam melayani konsumen agar kebutuhannya sehari-hari berjalan sesuai dengan kemampuan konsumen masing – masing. Pemakaian air oleh suatu masyarakat bertambah besar dengan kemajuan masyarakat tersebut, sehingga pemakaian air sering kali di pakai sebagai salah satu tolak ukur tinggi rendahnya kemajuan suatu masyarakat.

### 3. Persyaratan kontinuitas

Dalam penyediaan air bersih tidak hanya berhubungan dengan kualitas dan kuantitas air saja, tetapi dari segi kontinuitas juga harus mendukung. Kontinuitas adalah di mana air harus bisa tersedia secara terus-menerus meskipun dimusim kemarau selama umur rencana. Karena tujuan utama dari perencanaan jaringan distribusi air adalah agar kebutuhan masyarakat akan terpenuhi secara terus-menerus walaupun musim kemarau. Salah satu cara menjaga agar kontinuitas air tetap tersedia adalah dengan membuat tempat penampungan air (reservoir) untuk menyimpan air sebagai persediaan air musim kemarau.

Persyaratan kontinuitas juga sangat penting untuk menghitung aliran kelanjutan pemakaian air baku untuk air bersih secara terus - menerus setiap harinya. Kontinuitas aliran dapat ditinjau dari dua aspek, yaitu aspek kebutuhan konsumen dan aspek reservoir pelayanan air. Aspek kebutuhan konsumen, sebagian besar konsumen memerlukan air untuk kehidupan dan pekerjaannya dalam jumlah yang tidak dapat ditentukan. Oleh karena itu diperlukan aspek ini pada waktu yang

tidak ditentukan, serta aspek pelayanan reservoir diperlukan karena fasilitas energi reservoir yang siap setiap saat.

Sistem pada air baku untuk air bersih harus dapat diambil secara terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan. Kontinuitas dapat diartikan bahwa air bersih harus tersedia selama 24 jam. Akan tetapi kondisi ideal tersebut hampir tidak dapat dipenuhi pada setiap wilayah di Indonesia, sehingga untuk menentukan kontinuitas pemakaian air dapat dilakukan dengan cara pendekatan aktivitas konsumen terhadap pemakaian air. Pemakaian air dapat digunakan minimal selama 12 jam per hari. Pada umumnya kegiatan di Indonesia dimulai pada mulai pukul 06.00 pagi sampai dengan pukul 18.00 malam. Sistem jaringan perpipaan dirancang untuk membawa suatu kecepatan aliran tertentu. Standa kecepatan pipa adalah 0,6 – 1,2 m/dt.

#### 4. Persyaratan Tekanan Air

Konsumen memerlukan sambungan air dengan tekanan yang cukup, dalam arti dapat dilayani dengan jumlah air yang diinginkan setiap saat. Untuk menjaga tekanan akhir pipa di seluruh daerah layanan, pada titik awal distribusi diperlukan tekanan yang lebih tinggi untuk mengatasi kehilangan tekanan karena gesekan, yang tergantung kecepatan aliran, jenis pipa, diameter pipa, dan jarak jalur pipa. Menurut standar dari Departemen Pekerjaan Umum (2007), untuk dapat menjangkau seluruh area pelayanan dan untuk memaksimalkan tingkat pelayanan dalam distribusi air maka hal wajib untuk diperhatikan adalah sisa tekanan air. Sisa tekanan air tersebut paling rendah adalah 10 mka (meter kolom air) atau 1 atm dan paling tinggi adalah 22 mka (setara dengan gedung 6 lantai). Angka tekanan ini harus dijaga, idealnya merata pada setiap pipa distribusi. Jika tekanan terlalu tinggi akan menyebabkan pecahnya pipa, serta merusak alat-alat plambing (*kloset, urinoir, faucet, lavatory*, dll). Tekanan juga dijaga agar tidak terlalu rendah, karena jika tekanan terlalu rendah maka akan menyebabkan terjadinya kontaminasi air selama aliran dalam pipa distribusi.

### 3.5 Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi air memainkan peranan penting dalam melestarikan dan memberikan kualitas hidup yang diinginkan kepada publik. Ketahanan penyediaan air dengan melalui sistem adalah suatu karakteristik utama dalam sistem. Suatu sistem distribusi yang dapat dipercaya mampu mengalirkan air kepada konsumen dalam jumlah yang cukup dan kualitas yang baik dalam kondisi tekanan yang memuaskan (Al-Zahrani dan Syed 2005)

Menurut Damanhuri (1989) dalam bukunya yang berjudul Pendekatan Sistem Dalam Pengendalian dan Pengoperasian Sistem Jaringan Distribusi Air Minum, sistem distribusi air bersih adalah sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Sistem ini meliputi unsur sistem perpipaan dan perlengkapannya, hidran kebakaran, tekanan tersedia, sistem pemompaan (bila diperlukan), dan reservoir distribusi. Sistem distribusi air adalah kerangka hidraulik yang terdiri dari aspek seperti pipa, tangki, pompa reservoir, katup, dll. Hal ini diperlukan untuk memasok air ke publik, pasokan air yang efisien sangat penting dalam merancang jaringan distribusi air baru atau dalam menjangkau yang sudah ada. Juga perlu untuk menyelidiki dan

Distribusi air juga merupakan salah satu aspek utama pada kota yang berada dalam tahap pengembangan dan bergantung pada pertumbuhan populasi. Jaringan distribusi air harus memenuhi permintaan peningkatan pertumbuhan populasi. Untuk meningkatkan standar hidup distribusi air memiliki peran yang cukup penting. Kekurangan pasokan air adalah yang utama (Kanth et al., 2011).

Menurut Fair G.M. (1996), air yang disuplai dari pipa akan didistribusikan melalui dua alternatif sistem, yaitu:

1. Sistem Continuous

Pada sistem ini air minum akan didistribusikan kepada konsumen secara terus-menerus selama 24 jam. Sistem ini biasanya akan diterapkan bila kuantitas air minum yang tersedia dapat memenuhi semua kebutuhan konsumen di daerah pelayanan.

Keuntungan dari sistem ini adalah:

- a. Konsumen akan mendapatkan air bersih setiap saat
- b. Air minum yang diambil pada titik pengambilan di dalam jaringan pipa distribusi selalu dalam keadaan segar

Sedangkan kerugian dari sistem ini adalah:

- a. Pemakaian air cenderung lebih besar
- b. Bila ada sedikit saja kehilangan air, maka jumlah air yang terbuang besar

## 2. Sistem Intermitten

Pada sistem ini air minum yang akan disediakan dan didistribusikan kepada konsumen hanya selama beberapa jam saja dalam satu hari, biasanya 2 sampai 4 jam pada pagi hari dan 2 sampai 4 jam pada sore hari. Sistem ini dipilih terutama bila tidak cukupnya kuantitas air dan tekanan air.

Keuntungan sistem ini adalah:

- a. Pemakaian air cenderung lebih hemat/sedikit karena pelayanan hanya beberapa jam saja.
- b. Bila ada kehilangan air maka jumlah air yang terbuang relatif sedikit

Kerugian sistem ini adalah:

- a. Bila terjadi kebakaran pada saat jam tidak beroperasi maka air untuk pemadam kebakaran tidak tersedia
- b. Setiap rumah perlu menyediakan tempat penyimpanan air yang cukup agar kebutuhan air dapat terpenuhi
- c. Dimensi pipa yang dipakai otomatis akan lebih besar karena kebutuhan air yang akan disediakan dan didistribusikan dalam sehari hanya ditempuh dalam waktu yang pendek.
- d. Ketika pipa dalam keadaan kosong akan terjadi tekanan negatif yang akan menyebabkan bakteri dan gas beracun terserap ke dalam pipa, sehingga akan membawa wabah penyakit bagi pelanggan

### 3.6 Sistem Pengaliran Air Bersih

Air merupakan hal yang sangat penting dalam kehidupan makhluk hidup umumnya dan manusia khususnya. Air sebagai pemenuh kebutuhan untuk berbagai kebutuhan sehari-hari, diantaranya untuk keperluan aktifitas domestik, keperluan

industri, sosial, perkantoran dan kebutuhan-kebutuhan lainnya. Untuk mendistribusikan air minum kepada konsumen dengan kuantitas, kualitas dan tekanan yang cukup memerlukan sistem perpipaan yang baik, reservoir, pompa dan dan peralatan yang lain. Metode dari pendistribusian air tergantung pada kondisi topografi dari sumber air dan posisi para konsumen berada.

Menurut Peavy, H.S dkk (1985) sistem pengaliran yang dipakai adalah sebagai berikut;

1. Cara Gravitasi Cara pengaliran gravitasi digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan. Cara ini dianggap cukup ekonomis, karena hanya memanfaatkan beda ketinggian lokasi.
2. Cara Pemompaan Pada cara ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari reservoir distribusi ke konsumen. Sistem ini digunakan jika elevasi antara sumber air atau instalasi pengolahan dan daerah pelayanan tidak dapat memberikan tekanan yang cukup.
3. Cara Gabungan Pada cara gabungan, reservoir digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi dan pada kondisi darurat, misalnya saat terjadi kebakaran, atau tidak adanya energi. Selama periode pemakaian rendah, sisa air dipompakan dan disimpan dalam reservoir distribusi. Karena reservoir distribusi digunakan sebagai cadangan air selama periode pemakaian tinggi atau pemakaian puncak, maka pompa dapat dioperasikan pada kapasitas debit rata-rata.

### **3.7 Perlengkapan Jaringan Distribusi**

Pengoperasian sistem distribusi air minum memerlukan berbagai unit dan perlengkapan untuk menunjang sistem yang direncanakan. Unit dan perlengkapan yang dimaksud berupa bangunan penunjang, pipa distribusi, sambungan pipa distribusi dan asesoris pipa distribusi (Wardhana, 2013)

#### **1. Bangunan Penunjang**

Bangunan penunjang sistem distribusi air minum diperlukan untuk menyesuaikan sistem dengan kondisi lapangan. Penggunaan bangunan penunjang

dipengaruhi oleh kondisi topografi dan kondisi fisik lapangan. Jenis – jenis bangunan penunjang yang digunakan dalam sistem distribusi air minum antara lain:

a. Bak Pelepas Tekan (BPT)

BPT berfungsi untuk menghilangkan tekanan berlebih yang terdapat pada aliran yang dapat menyebabkan pipa pecah. BPT diletakkan di titik – titik tertentu pada pipa transmisi, yang mempunyai beda tinggi 60 m – 100 m, terhadap titik awal transmisi. Beda tinggi yang dimaksud sangat tergantung pada jenis pipa. Biasanya untuk jenis PVC beda tinggi maksimum untuk penempatan BPT adalah 70 meter. Pipa jenis baja atau DIP, beda tinggi maksimum untuk penempatan BPT adalah 100 meter. Jenis pipa lainnya dapat mengikuti standar nasional maupun standar internasional yang berlaku.

b. *Booster Station*

*Booster Station* berfungsi untuk menambah tekanan air dalam pipa dengan menggunakan pemompaan. Cara penerapannya yakni dengan pemasangan pompa secara langsung pada pipa distribusi atau menggunakan reservoir kemudian dipompakan. Peletakan *Booster Station* pada tempat – tempat dimana air dalam pipa kurang dari kriteria tekanan air minimum.

c. Jembatan Pipa

Jembatan pipa merupakan bagian dari pipa transmisi atau pipa distribusi yang menyeberang sungai/saluran atau sejenis, diatas permukaan tanah/sungai. Pipa yang digunakan untuk jembatan pipa menggunakan pipa baja atau pipa DIP. Sebelum bagian pipa masuk dilengkapi gate valve dan wash out. Jembatan pipa juga dilengkapi dengan air valve yang diletakkan pada jarak 1/4 bentang dari titik masuk jembatan pipa.

d. *Siphon*

*Siphon* adalah bangunan yang dipakai untuk mengalirkan air dengan memanfaatkan efek syphon melalui bagian bawah saluran atau sungai. Siphon juga dipakai untuk melewati air di bawah lintasan kereta api atau bangunan – bangunan yang lain. Siphon direncanakan untuk mengalirkan air secara penuh dan sangat dipengaruhi oleh tinggi tekan. Pipa yang digunakan untuk Siphon menggunakan pipa baja atau pipa DIP.

e. *Thrust Block*

*Thrust Block* berfungsi sebagai pondasi bantalan/dudukan perlengkapan pipa seperti *bend*, *tee* atau *valve* yang berdiameter lebih besar dari 40 mm. Peletakan *Thrust Block* yaitu pada belokan pipa, persimpangan/percabangan pipa, sebelum dan sesudah jembatan pipa/Siphon dan perletakan *valve*. *Thrust Block* dibuat dari pasangan batu atau beton bertulang

f. *Manhole*

*Manhole* berfungsi sebagai tempat pemeriksaan atau perbaikan bila terjadi gangguan pada perlengkapan – perlengkapan tertentu pada jaringan distribusi. Penempatannya pada tempat assesoris yang penting dan pada jalur pipa setiap jarak 300 – 600 meter, terutama pada pipa berdiameter besar. g.

g. *Valve Chamber*

*Valve chamber* adalah bangunan yang berfungsi sebagai penempatan valve pada sistem distribusi. *Valve chamber* berukuran kecil yang disesuaikan dengan ukuran valve.

## 2. Jenis Pipa

Beberapa jenis pipa yang umum digunakan dalam perencanaan sistem distribusi air minum di Indonesia sesuai Panduan SPAM Kementerian Pekerjaan Umum antara lain *Ductile Iron Pipe (DIP)*, *High Density Polyethylen (HDPE)* dan *Polyvinil Chlorida (PVC)*.

Pipa dengan bahan DIP biasanya digunakan sebagai pipa distribusi primer karena ketahanannya terhadap tekanan tinggi dan kapasitas yang besar. Sementara pipa PVC dan HDPE digunakan pada aliran yang lebih kecil sesuai dengan kapasitasnya. Pipa PVC adalah pipa plastik yang terbuat dari gabungan materi vinyl yang menghasilkan pipa yang ringan, kuat, tidak berkarat dan tahan lama. Pipa HDPE adalah pipa yang terbuat dengan bahan *polyethylene* dengan kepadatan tinggi sehingga jenis pipa yang dihasilkan dapat menahan daya tekan yang lebih tinggi, kuat, lentur dan tahan terhadap bahan kimia.

Pemilihan Bahan Pipa Bahan pipa yang digunakan harus memperhatikan faktor – faktor seperti harga pipa, tekanan air maksimum, korosivitas terhadap air

dan tanah serta kondisi lapangan (beban lalu lintas, letak saluran air buangan dan kepadatan penduduk). Kedalaman dan peletakan pipa disesuaikan dengan brosur pipa.

### 3. Sambungan Pipa

Sambungan diperlukan untuk menyatukan pipa hingga aliran dapat mencapai wilayah pelayanan. Jenis sambungan pipa bergantung pada jenis pipa yang digunakan dan kondisi peletakan pipa. Jenis – jenis sambungan perpipaan air minum antara lain:

#### a. Sambungan Las

Sambungan las dilakukan dengan cara pengelasan antar dua pipa besi yang akan dihubungkan. Sambungan las digunakan pada pipa berukuran besar dan bertekanan tinggi.

#### b. Sambungan Soket dan Spigot

Sambungan tipe ini menggunakan soket, artinya pipa yang satu lebih besar dari pipa yang lain, kemudian pipa yang kecil (spigot) dimasukan ke pipa yang diameternya lebih besar. Keuntungan sambungan soket adalah lebih mudah dalam penginsatalisian. Kelemahannya, karena pemasangan ini dimasukan dari pipa satu ke yang lain, jadi bisa terjadi celah diantara pipa. Hal ini dapat menyebabkan korosi, jadi untuk penggunaan pipa yang korosif tidak dapat memanfaatkan sambungan jenis ini.

#### c. Sambungan Flange

Sambungan flange adalah sambungan yang menggunakan flange sebagai koneksi yang menghubungkan antar pipa satu dengan pipa yang lain. Flange adalah mekanisme pengencangan yang tidak permanen, dapat dibongkar dan dipasang dengan memanfaatkan baut sebagai media pengencang. Pipa yang menggunakan flange sebagai sambungannya, biasanya pipa tersebut nantinya akan dilakukan maintenance, jadi agar mudah di bongkar dan dipasang kembali. Flange yang digunakan untuk menyambungkan antar pipa pun akan berbeda beda jenisnya.

#### d. Sambungan Butt Fusion

Sambungan Butt Fusion adalah penyambungan pipa/fitting HDPE yang menggunakan teknik pemanasan dimana ujung kedua bagiannya dipertemukan dan dipanaskan serta menggunakan tekanan hidrolis. Penyambungan butt fusion kadangkala membutuhkan fitting butt fusion yang terbuat dari polyethylene.

#### 4. Asesoris Pipa

Asesoris pipa distribusi terdiri atas valve dan fitting. Valve adalah perangkat yang terpasang pada sistem perpipaan, yang berfungsi untuk mengatur, mengontrol dan mengarahkan laju aliran fluida dengan cara membuka, menutup atau mengalirkan sebagian fluida. Fitting adalah perangkat yang berfungsi menyambungkan dua pipa atau lebih. Jenis – jenis asesoris pipa antara lain:

- a. *Gate valve*; berfungsi untuk mengontrol arah aliran dalam pipa.
- b. *Air release valve*; berfungsi untuk melepaskan udara yang ada dalam aliran air. *Air release valve* dipasang pada setiap jalur pipa tinggi dan wilayah yang mempunyai tekanan lebih dari 1 atm.
- c. *Blow off valve*; merupakan gate valve yang dipasang pada setiap *dead end* atau titik terendah dari setiap jalur pipa.
- d. *Check valve* atau *non return valve*; merupakan valve yang dipasang untuk pengaliran satu arah. Tujuannya untuk mencegah pukulan (*water hammer*) akibat aliran balik.
- e. *Reducer – Increaser*; *increaser* untuk menyambung pipa dari diameter kecil ke diameter besar sedangkan *reducer* untuk menyambung dua pipa dari diameter besar ke diameter kecil.
- f. *Bend* Merupakan asesoris untuk belokan pipa. Sudut belokan pipa yang umumnya digunakan 90° ; 45° ; 22,5° dan 11,25° .
- g. *Tee* berfungsi untuk menyambung pipa pada percabangan.
- h. *Tapping band* asesoris yang dipasang pada tempat yang perlu disadap dan untuk dialirkan ke tempat lain.

### 3.8 Analisa Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih

Analisis jaringan pipa perlu dilakukan dalam pengembangan suatu jaringan distribusi maupun perencanaan suatu jaringan pipa baru. Sistem jaringan perpipaan didesain untuk membawa suatu kecepatan aliran tertentu. Ukuran pipa harus tidak melebihi dimensi yang diperlukan dan juga tekanan dalam sistem harus tercukupi. Dengan analisis jaringan pipa distribusi, dapat ditentukan dimensi atau ukuran pipa yang diperlukan sesuai dengan tekanan minimum yang diperbolehkan agar kuantitas aliran terpenuhi.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam analisis sistem jaringan pipa distribusi air bersih:

1. Peta distribusi beban yang terdiri dari peta tata guna lahan, kepadatan dan batas wilayah. Juga pertimbangan dari kebutuhan/beban (area pelayanan).
2. Daerah pelayanan sektoral dan besar beban. Juga titik sentral pelayanan (*junction points*).
3. Kerangka induk, baik pipa induk primer maupun pipa induk sekunder.
4. Untuk sistem induk, ditentukan distribusi alirannya berdasarkan debit puncak.
5. Pendimensian (*dimensioneering*). Dengan besar debit diketahui dan kecepatan aliran yang diizinkan, dapat ditentukan diameter pipa yang diperlukan.
6. Kontrol tekanan dalam aliran distribusi, menggunakan prinsip kesetimbangan energi. Kontrol atau analisa tekanan ini dapat dilakukan dengan beberapa metode, disesuaikan dengan rangka distribusi.
7. Detail sistem pelayanan (sistem mikro dari distribusi) dan perlengkapan distribusi (gambar alat bantu).
8. Gambar seluruh sistem, berupa peta tata guna lahan, peta pembagian distribusi, peta kerangka, peta sistem induk lengkap, gambar detail sistem mikro.

### 3.9 Perhitungan Hidrolisis Jaringan Perpipaan Distribusi

Pada perhitungan hidrolisis jaringan perpipaan distribusi, akan ditentukan dimensi dari perpipaan dan perlengkapan yang akan digunakan pada setiap alternatif. Perhitungan yang dilakukan berdasarkan pada pemakaian air dibantu dengan menggunakan program EPANET 2.0. Program ini menggunakan aplikasi matematis dari persamaan *Hazen-williams*. Data masukan yang dibutuhkan dalam perhitungan diantaranya adalah :

1. Debit rata-rata (L/s) pada tiap tapping
2. Elevasi ketinggian (m) untuk tiap tapping
3. Panjang pipa (m)
4. Diameter pipa (m) yang digunakan
5. Koefisien kekasaran Hazen-Williams yang akan digunakan
6. Ketinggian level muka air pada reservoir distribusi yang digunakan Dengan menggunakan data diatas, maka hasil yang diperoleh diantaranya adalah besarnya debit aliran pada tiap pipa, arah aliran, kehilangan tekanan, serta sisa tekan pada tiap tapping.

Salah satu faktor yang penting dalam perhitungan hidrolis perpipaan adalah perhitungan kehilangan tekanan. Ada beberapa rumusan yang dapat dipakai dalam menghitung kehilangan tekanan yaitu :

1. Hazen William
2. Darcy Weisbach
3. De Chezy Manning

Persamaan Hazen william adalah yang paling umum dipakai, persamaan ini lebih cocok untuk menghitung kehilangan tekanan untuk pipa dengan diameter besar yaitu diatas 100 mm. Selain itu rumus ini sering dipakai karena mudah dipakai. Persamaan Hazen William secara empiris menyatakan bahwa debit yang mengalir didalam pipa adalah sebanding dengan diameter pipa dan kemiringan hidrolis (S) yang di nyatakan sebagai Kehilangan tekanan (hL) dibagi dengan panjang pipa (L) atau :

$$S = \frac{hl}{L} \quad (3.15)$$

Disamping itu ada faktor C yang menggambarkan kondisi fisik dari pipa seperti kehalusan dinding dalam pipa yang menggambarkan jenis pipa dan umur. Secara umum rumus Hazen William adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,2783 \times C_{hw} \times D^{2,63} \times S^{0,54} \quad (3.16)$$

Sehingga:

$$hl = \left[ \frac{Q}{0,2783 \times C \times D^{2,63}} \right]^{1,85} \times L \quad (3.17)$$

Keterangan

- C = Koefisien Hazen-William
- D = Diameter pipa dalam (m)
- S = Kemiringan lahan
- Hl = *Headloss mayor* (m)
- L = Panjang pipa (m)

Nilai C (koefisien Hazen-William) berbeda untuk setiap berbagai jenis pipa.

Koefisien Hazen-William dapat dilihat pada Tabel 3.3 :

**Tabel 3. 3** Kekasaran pipa pada koefisien Hazzen-william

No	Jenis Material Pipa	Nilai C
1	Asbes Cement	120
2	Poly Vinyl Chloride (PVC)	120-140
3	High Density Poly Ethylene (HDPE)	130
4	Medium Density Poly Ethylene (MDPE)	130
5	Ductile Cast Iron Pipe (DCIP)	110
6	Besi tuang, Cast Iron (CIP)	110
7	Galvanized Iron Pipe (GIP)	110
8	Galvanized Iron Pipe (GIP)	110

### 3.10 Aplikasi Epanet 2.0

merupakan salah satu software jaringan distribusi yang dikembangkan oleh *water supply and water resources division USEPA's National Risk Management Research Laboratory*. Epanet 2.0 adalah sebuah program komputer yang

menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa.

Epanet 2.0 adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari Pipa, Node (titik koneksi pipa), pompa, katub, dan tangki air atau reservoir (Wigati, R. 2013).

Data-data yang diperlukan dalam Epanet 2.0 dalam proses analisis dan perancangan jaringan distribusi air minum adalah:

1. Peta jaringan
2. Node/junction/titik komponen distribusi
3. Elevasi
4. Panjang pipa distribusi
5. Diameter dalam pipa
6. Jenis pipa yang digunakan
7. Umur pipa
8. Jenis sumber
9. Spesifikasi pompa (jika menggunakan pompa)
10. Bentuk dan ukuran reservoir

Output yang diperoleh dari program Epanet 2.0:

1. Hidrolik head masing-masing titik
2. Tekanan dan kecepatan air

Epanet 2.0 menjajaki aliran air di tiap pipa, kondisi tekanan air di tiap titik, dan konsentrasi bahan kimia yang mengalir di dalam pipa selama dalam periode pengaliran. Epanet 2.0 didesain sebagai alat untuk mencapai dan mewujudkan pemahaman tentang pergerakan dan nasib analisis berbagai aplikasi jaringan distribusi, sebagai contoh untuk pembuatan desain, kalibrasi model hidrolis, analisis sisa khlor, dan analisis pelanggan. Epanet 2.0 adalah alat bantu analisis hidrolisis yang didalamnya terkandung kemampuan seperti :

1. Kemampuan analisis yang tidak terbatas pada penempatan jaringan

2. Perhitungan harga kekasaran pipa menggunakan persamaan Hazen-Williams, Darcy Weisbach, atau chezy manning.
3. Termasuk juga minor head losses untuk bend, fitting, dsb
4. Pemodelan terhadap kecepatan pompa yang konstan maupun variabel
5. Menghitung energi pompa dan biaya
6. Pemodelan terhadap variasi tipe dari valve termasuk shitof, check, pressure regulating, dan flow kontrol valve.
7. Tersedia tangki penyimpanan dalam berbagai bentuk, termasuk diameter yang bervariasi terhadap tingginya.
8. Mumungkinakan dimasukkannya kategori kebutuhan (demand) ganda pada node, masing masing dengan pola tersendiri bergantung pada variasi waktu
9. Model pressure yang bergantung pada pengeluaran aliran dari emitter (sprinkler head)
10. Dapat dioperasikan dengan sistem dasar tangki sederhana atau kontrol waktu yang lebih kompleks (Kusuma, 2011).

### **3.11 Langkah-Langkah Membuat Analisa dalam Epanet 2.0**

Dibawah ini adalah langkah- langkah yang harus dilakukan dalam membuat analisa dan simulasi sistem distribusi dengan menggunakan program Epanet 2.0, yaitu :

1. Menentukan satuan (SI atau English) dan rumus perhitungan hidrolis (Hazen William, Darcy Weisbach, atau Manning) yang di buat dengan memilih option yang telah ada. Menentukan apakah model yang kita buat nantinya berskala atau tipikal ( model dengan skala akan sangat bagus jika kita telah memiliki peta dasar digital wilayah perencanaan yang detail dan berskala yang baik ).
2. Menyiapkan model jaringan pipa yang kita buat, model jaringan ini biasanya disesuaikan dengan peta jalan dimana pipa tersebut ditanam. Sebab dalam membuat jaringan pipa distribusi harus disesuaikan dengan kondisi jalan yang ada. File peta jaringan pipa harus dalam bentuk BMP atau WMF
3. Dari data model sistem jaringan tersebut dibuat tabulasi data tentang data pipa seperti panjang pipa antar node, diameter pipa, jenis pipa ( koefisien kekasaran

- pipa). Untuk dapat membuat simulasi ini data pipa minimum yang harus ada adalah panjang pipa, diameter pipa, koefisien kekasaran pipa. Penamaan pipa ini dapat kita buat sendiri untuk memudahkan kita dalam melakukan evaluasi.
4. Tabulasi tentang data junction/ node yang ada, data junction/ node minimal yang harus dimasukkan untuk dapat melakukan evaluasi adalah elevasi junction/ node, kebutuhan air pada junction/ node tersebut. Untuk sistem yang lebih kompleks kita dapat dimasukkan beberapa data misalnya pembagian zona.
  5. Tabulasi tentang data lainnya seperti data pompa, reservoir, tangki, valve, kualitas air, dan lain- lain. Dalam hal ini data yang penting untuk dapat dianalisa adalah keberadaan pompa atau elevasi reservoir dalam hal ini merupakan unit produksi air.
  6. Setelah data- data tersebut diatas dimasukkan maka kita siap untuk melakukan simulasi dengan melakukan run pada model yang kita buat, dalam proses run ini program akan melakukan iterasi perhitungan sampai terjadi keseimbangan hidrolis tidak tercapai maka akan ada laporan (report) bahwa ada kesalahan dalam pemasukan data pada titik tertentu. Maka kita perlu melakukan perbaikan atau merubah data tersebut sampai run yang kita lakukan berhasil.
  7. Meskipun hasil run terhadap model dan data input yang kita masukkan telah menemukan keseimbangan hidrolis, namun perlu dilakukan pencegahan apakah keseimbangan hidrolis tersebut sesuai dengan yang kita harapkan atau tidak. Jika tidak maka kita harus melakukan perbaikan-perbaikan terhadap model dan data input yang kita masukkan.
  8. Setelah run berhasil dan keseimbangan hidrolis yang terjadi telah sesuai dengan kriteria desain yang kita inginkan, kita dapat melihat dan menampilkan hasilnya dalam bentuk tabel, grafik maupun gambar.
  9. Selain itu kita juga dapat melakukan simulasi lain dari model yang sama untuk beberapa scenario yang kita buat, misalnya kondisi jaringan tersebut pada 20 tahun mendatang atau scenario lainnya.

Untuk menjalankan program aplikasi Epanet 2.0 diperlukan input data yang mendukung, sehingga dihasilkan output yang menunjukkan performansi jaringan tersebut. Input yang diperlukan pada program ini yaitu :

1. Input komponen yang mendukung sebuah sistem jaringan pipa yang meliputi pipa, pompa dan reservoir.
2. Input berupa node yang menghubungkan masing-masing pipa sehingga membentuk sebuah sistem jaringan pipa.
3. Input berupa nomor masing-masing komponen baik pipa, node, pompa, dan reservoir.
4. Input yang menunjukkan karakteristik masing-masing komponen seperti diameter pipa dan lainnya.



## BAB IV METODE PENELITIAN

### 4.1 Lokasi Penelitian

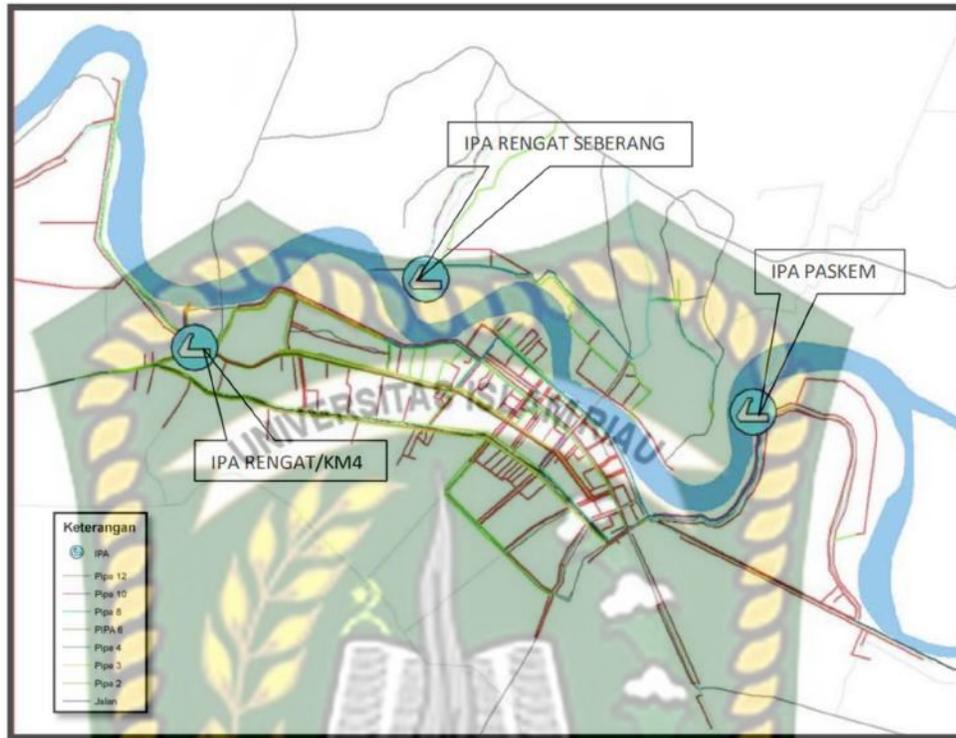
Lokasi penelitian dilakukan di Kabupaten Indragiri hulu tepatnya Kecamatan Rengat, dimana kecamatan rengat merupakan ibukota dari kabupaten indragiri hulu. Wilayah Kabupaten Indragiri Hulu terletak di bagian selatan Provinsi Riau yang berbatasan dengan Provinsi Jambi. wilayah Kabupaten Indragiri Hulu secara geografis terletak pada 000 06' 21" LU – 010 05' 27" LS dan 1010 46' 23" – 1020 42' 24" BT. Dengan batas-batas wilayah adalah:

1. Sebelah utara : Kabupaten Pelalawan;
2. Sebelah timur : Kabupaten Indragiri Hilir;
3. Sebelah selatan : Provinsi Jambi, khususnya Kabupaten Tebo;
4. Sebelah barat : Kabupaten Kuantan Singingi

Penduduk Indragiri Hulu pada tahun 2020 sebesar 444.548 jiwa dengan penduduk laki-laki sebanyak 228.502 jiwa (51,40%) dan penduduk perempuan 216.046 jiwa (48,60%). Penduduk laki-laki di kabupaten Indragiri Hulu lebih besar dibandingkan penduduk perempuan, dengan seks ratio di Kabupaten Indragiri Hulu sebesar 105,76 artinya terdapat 106 penduduk laki-laki untuk setiap 100 penduduk perempuan. Kepadatan penduduk Indragiri Hulu tahun 2020 sebanyak 54 jiwa per kilometer persegi.

Penelitian dilakukan di Ibukota Kabupaten yaitu Kecamatan Rengat dimana terdapat 3 IPA yang berfungsi melayani kebutuhan air bersih masyarakat yaitu:

1. IPA Kota Rengat/KM4
2. IPA Rengat Seberang
3. IPA Paskem



Gambar 4. 1 : Peta jaringan distribusi PDAM Tirta Indra

#### 4.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik penelitian dilakukan oleh peneliti secara berurutan selama berlangsungnya penelitian. Teknik penelitian ini memberikan gambaran secara garis besar langkah-langkah kegiatan pelaksanaan kegiatan penelitian, yang akan menuntun peneliti agar lebih terarah selama jalanya penelitian.

Dalam melakukan penelitian ini metode yang dilakukan adalah metode studi literatur, studi literatur adalah studi keperustakaan dengan mempelajari buku-buku yang berkaitan dengan penulisan dan dapat dijadikan landasan dalam penelitian ini, seperti teori kebutuhan air bersih, jaringan distribusi, penggunaan aplikasi Epanet 2.0 dan lain sebagainya. Melakukan observasi dilapangan untuk melakukan peninjauan kelokasi/lapangan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan agar data yang Pengumpulan data Data yang dikumpulkan merupakan data yang relevan dengan proyek akhir. Data-data tersebut diperoleh dari instansi pemerintah

diantaranya adalah Kantor Dinas Pekerjaan Umum Indragiri Hulu, PDAM, BPS dan Kecamatan. adapun data-data yang diperoleh merupakan data sekunder seperti:

1. Data jumlah penduduk (domestik) Kecamatan Rengat.
2. Data jumlah pelanggan PDAM Tirta Indra Kota Rengat
3. Data pemakaian air pelanggan
4. Data jaringan Distribusi PDAM Tirta Indra, data tersebut berupa :
  - a. Peta pipa jaringan distribusi
  - b. Data pipa (diameter, panjang, tekanan)
  - c. Data Pompa (flow, head)
  - d. Data reservoir

#### 4.3 Tahapan Penelitian

Tahapan Penelitian adalah tahapan yang akan dilakukan peneliti secara sistematis serta sebagai pedoman selama berlangsungnya penelitian. Dengan adanya tahapan penelitian ini diharapkan agar peneliti lebih terarah selama melakukan penelitian. Adapun tahapan yang dilakukan oleh peneliti dalam melakukan penelitian antara lain :

##### 1. Mulai

Langkah awal yang dilakukan sebelum melakukan persiapan pada penelitian yang akan dilakukan.

##### 2. Persiapan

Dalam melakukan penelitian persiapan merupakan suatu kegiatan yang dilakukan sebelum melakukan kegiatan. Persiapan penelitian meliputi pengurusan surat izin atau surat pengantar yang bertujuan untuk mengumpulkan data atau informasi dilapangan.

##### 3. Pengumpulan data

Tahapan pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam agar mencapai tujuan dari penelitian. Dalam penelitian ini memerlukan beberapa data jumlah pelanggan, data produksi air, data pemakaian air dan memerlukan beberapa data diantaranya data penduduk serta peta jaringan distribusi

#### 4. Analisa data

Analisa data merupakan tahap dimana peneliti mengolah data hasil dari penelitian menjadi informasi yang nantinya akan dipergunakan untuk mengambil kesimpulan

#### 5. Hasil dan pembahasan

Pada tahap hasil dan pembahasan merupakan hasil-hasil yang disederhanakan dalam bentuk tabel, grafik atau lainnya dengan tujuan untuk mempermudah pembaca dalam memahami hasil dari analisa penelitian.

#### 6. Kesimpulan dan saran

Kesimpulan dan saran merupakan tahap akhir dari penelitian yang memberikan gambaran dari hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan untuk memberikan jawaban yang berhubungan dengan penelitian.

Untuk lebih jelasnya tahapan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.2 bagan alir penelitian





Gambar 4. 2 Bagan alir penelitian

#### 4.4 Cara Analisa Data

Dalam pembahasan tugas akhir ini cara analisa data peneliti yang digunakan adalah melakukan perhitungan-perhitungan diantaranya sebagai berikut:

1. Menghitung persentase pertumbuhan pelanggan dan rata-rata pertumbuhan pelanggan.
2. Melakukan pengujian dan pemilihan metode proyeksi dari data pelanggan tahun 2017-2021.
3. Memproyeksikan data pelanggan 10 tahun mendatang.
4. Membandingkan kebutuhan air proyeksi dengan jumlah produksi saat ini apakah mencukupi untuk 10 tahun mendatang
5. Menghitung diameter pipa pada tiap ruas jalan pada tahun 2022 dan tahun 2031
6. Melakukan evaluasi jaringan distribusi dengan aplikasi Epanet 2.0



## BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Jumlah Pelanggan PDAM Tirta Indra Kecamatan Rengat

Analisa proyeksi jumlah pelanggan PDAM Tirta Indra dikecamatan Rengat ini menggunakan data jumlah pelanggan dari tahun 2017 sampai tahun 2021 yang diperoleh dari unit pelayanan PDAM Tirta Indra Kecamatan Rengat, adapun jumlah pelanggan 5 tahun terakhir pada Tabel 5.1

**Tabel 5.1** Jumlah Pelanggan 5 tahun terakhir

No.	Tahun	Jumlah pelanggan (SR)	Jumlah penduduk (Jiwa)
1	2017	5889	29445
2	2018	5895	29475
3	2019	5949	29745
4	2020	5957	29785
5	2021	5968	29840

Sumber : PDAM Tirta Indra

Dari tabel data jumlah pelanggan diatas dapat dilihat bahwa dari tahun 2017 hingga 2021 pelanggan aktif mengalami peningkatan, dimana hal ini menandakan meningkatnya pemakaian air di PDAM Tirta Indra kota Rengat. Besarnya pertumbuhan pelanggan yang di nyatakan dalam persen dapat di tentukan dari kenaikan jumlah rata rata pelanggan setiap tahunnya. Dalam penelitian ini perkiraan jumlah pelanggan PDAM Tirta Indra Kota Rengat untuk 10 tahun mendatang

### 5.2 Proyeksi Pelanggan Kecamatan Rengat

Dalam menentukan kebutuhan air minum kecamatan Rengat untuk 10 tahun ke depan, diperlukan data pelanggan pada akhir tahun perencanaan. Untuk itu diperlukan proyeksi pelanggan untuk menentukan jumlah pelanggan tersebut. Dalam proyeksi ada beberapa metode yang biasa dipakai yaitu aritmatika dan geometri, yang kemudian diuji menggunakan 2 metode pengujian yaitu uji korelasi dan standar deviasi dimana hasil dari pengujian yang memenuhi syarat akan dipilih sebagai metode proyeksi.

Dari analisa perhitungan lampiran A-1 dapat dilihat hasil proyeksi dari kedua metode yaitu metode Arithmatika dan Geometrik, yang kemudian diuji menggunakan 2 metode pengujian yaitu uji korelasi dan standar deviasi dimana hasil dari pengujian yang memenuhi syarat akan dipilih sebagai metode proyeksi.

**Tabel 5.2** Tabel Proyeksi penduduk

Tahun	Jumlah Penduduk	Metode Aritmatika	Metode Geometri
2017	29445	29525	29525
2018	29475	29634	29634
2019	29745	29986	29987
2020	29785	30107	30108
2021	29840	30243	30245

Kemudian dilakukan pengujian uji korelasi dan standar deviasi, dapat dilihat proyeksi penduduk yang memenuhi syarat dari koefisien korelasi dan standar deviasi dengan pertimbangan persyaratan dalam menentukan metode proyeksi yaitu, nilai korelasi bernilai 1 atau yang mendekati 1 serta melihat nilai standar deviasi yang terkecil.

**Tabel 5.3** Nilai koefisien korelasi dan Standar Deviasi

Metode	Korelasi	StandarDeviasi
Aritmatika	0,980	307,92
Geometri	0,981	308,72

Dari hasil diatas dapat dilihat proyeksi penduduk yang memenuhi syarat dari koefisien korelasi dan standar deviasi dengan pertimbangan persyaratan dalam menentukan metode proyeksi yaitu nilai korelasi bernilai 1 atau yang mendekati 1, serta melihat dari nilai standar deviasi yang terkecil maka metode proyeksi yang memenuhi syarat dalam proyeksi adalah metode aritmatika.

Berikut adalah hasil proyeksi jumlah penduduk 10 tahun kedepan dengan metode aritmatika:

**Tabel 5.4** Proyeksi penduduk 10 tahun mendatang

Tahun	Pelanggan	Jumlah konsumen
2021	5968	29840
2022	5984	29920

Tabel lanjutan 5.4

2023	6016	30080
2024	6065	30325
2025	6131	30655
2026	6214	31070
2027	6315	31575
2028	6435	32175
2029	6575	32875
2030	6737	33685
2031	6921	34605

Dapat dilihat jumlah pertumbuhan pelanggan tiap tahun semakin bertambah. Hal ini terjadi karena daerah tersebut merupakan pemukiman yang dekat dengan pusat kota. Sehingga peningkatan jumlah pelanggannya terus meningkat dengan tiap tahunnya. Pada saat ini SPAM Kota Rengat melayani 58% dari penduduk kota rengat, jika dilihat pada proyeksi pelanggan yang terlayani untuk 10 tahun kedepan pada tahun 2031 adalah sebesar 66% dari penduduk kota rengat hal ini masih belum memenuhi dari target PDAM Tirta Indra yaitu 80% dari jumlah penduduk kota Rengat.

### 5.3 Analisa kebutuhan air ditiap ruas jalan berdasarkan data pelanggan pada tahun 2022 dan tahun 2031

Perhitungan kebutuhan air tiap ruas jalan sama dengan perhitungan air sebelumnya, namun yang berbeda adalah jumlah penduduknya saja. Perhitungan kebutuhan air bersih pada tiap ruas jalan kota rengat pada tahun 2022 dapat dilihat dilampiran A-2 dengan hasil rekapitulasi dapat dilihat pada tabel 5.5 :

Tabel 5.5 Kebutuhan air ditiap ruas jalan pada tahun 2022

Daerah Pelayanan	Jumlah Pelanggan	Domestik	Non domestik	Kehilangan Air	Total Kebutuhan Air
Wilayah Satu					
Jln. Sma	4720	395064	79013	118519	592596
Jln. Comp. Handayan	220	18414	3683	5524	27621
Jln. Padat Karya	725	60683	12137	18205	91025
Jln. Kamp. Dagang	1315	110066	22013	33020	165099

Tabel lanjutan 5.5

Jln. St. Ibrahim	640	53568	10714	16071	80353
Jln. Hang Lekir	1690	141453	28291	42436	212180
Jumlah	9310	779247	155849	233774	1168870
Wilayah Dua					
Jln. Ar. Hakim	865	72401	14480	21720	108601
Jln. S. Parman	425	35573	7115	10672	53360
Jln. Narasinga	1285	107555	21511	32267	161333
Jln. Diponegoro	230	19251	3850	5775	28876
Jln. Sd. Teladan	10	837	167	251	1255
Jln. P. Tendean	65	5441	1088	1632	8161
Jumlah	2885	241475	48295	72443	362213
Wilayah Tiga					
Jln. Jend. Sudirman	290	24273	4855	7282	36410
Jln. M. Fadillah	145	12137	2427	3641	18205
Jln. Katamso	30	2511	502	753	3766
Jln. Syahrial	145	12137	2427	3641	18205
Jln. Veteran	265	22181	4436	6654	33271
Jln. Komp. Pasar	85	7115	1423	2135	10673
Jln. Bupati Tulus	125	10463	2093	3139	15695
Jln. Yos Sudarso	140	11718	2344	3516	17578
Jumlah	1230	102951	20590	30885	154426
Wilayah Empat					
Jln. Agus Salim	635	53150	10630	15945	79725
Jln. Aski Aries	4450	372465	74493	111740	558698
Jln. Hasanudin	215	17996	3599	5399	26994
Jln. Hos Cokro Amin	695	58172	11634	17452	87258
Jln. M. Boya	35	2930	586	879	4395
Jumlah	6035	505130	101026	151539	757695
Wilayah Lima					
Jln. R. Suprpto	695	58172	11634	17452	87258
Jln. Mt. Haryono	200	16740	3348	5022	25110
Jln. Ade Irma Suryani	95	7952	1590	2386	11928
Jln. Inspektur Kosen	80	6696	1339	2009	10044
Jln. Kahar Maskur	395	33062	6612	9919	49593
Jln. Komp. Kodim	260	21762	4352	6529	32643
Jln. Komp. Polri	190	15903	3181	4771	23855
Jumlah	1920	160704	32141	48211	241056
Wilayah Enam					
Jln. A. Yani	135	11300	2260	3390	16950
Jln. Kartini	30	2511	502	753	3766
Jln. Susani Harjo	10	837	167	251	1255

Tabel lanjutan 5.5

Jln. Tengku Umar	250	20925	4185	6278	31388
Jln. D.I. Panjaitan	510	42687	8537	12806	64030
Jln. Hang Tuah	1270	106299	21260	31890	159449
Jln. Kuantan Timur	2900	242730	48546	72819	364095
Jumlah	5105	427289	85458	128187	640934
Wilayah Tujuh					
Jln. Kuantan Babu	2905	243149	48630	72945	364724
Jln. Sungai Guntung	45	3767	753	1130	5650
Jln. Lubuk Tangguk	490	41013	8203	12304	61520
Jumlah	3440	287928	57586	86379	431893
Total kebutuhan air	3.757.087 liter/ hari				

Dari tabel 5.5 dapat dilihat bahwa kebutuhan air bersih yang terbesar terdapat pada Jalan SMA dengan kebutuhan air 592.596 liter/hari, serta untuk wilayah penggunaan air terbesar terdapat pada wilayah satu dengan kebutuhan air sebesar 1.168.870 liter/hari hal ini terjadi karena pada ruas jalan dan wilayah tersebut merupakan daerah dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi dan sebagian besar menggunakan air dari PDAM, Untuk ruas jalan yang penggunaan kebutuhan air terkecil adalah Jalan Susani Harjo dengan penggunaan hanya 1.255 liter/ hari, karena dijalan tersebut tidak padat penduduk.

Berdasarkan total kebutuhan air yang di salurkan pada tahun 2022 adalah sebesar 3.757.087 liter/hari dibandingkan dengan jumlah produksi PDAM Tirta Indra yang saat ini sebesar 6.656.600 liter/hari hal ini masih sangat mencukupi kebutuhan air untuk PDAM Tirta Indra pada tahun 2022

Perhitungan perkiraan kebutuhan air bersih pada tahun 2031 untuk tiap ruas jalan dikota Rengat dapat dilihat pada lampiran A-2 dengan hasil rekapitulasi dapat dilihat dalam tabel 5.6 :

**Tabel 5.6** Kebutuhan air ditiap ruas jalan pada tahun 2031

Daerah Pelayanan	Jumlah Pelanggan	Domestik	Non domestik	Kehilangan Air	Total Kebutuhan Air
Wilayah Satu					
Jln. Sma	5455	456584	91317	136975	684876
Jln. Comp. Handayan	250	20925	4185	6278	31388
Jln. Padat Karya	835	69890	13978	20967	104835

Tabel lanjutan 5.6

Jln. Kamp. Dagang	1515	126806	25361	38042	190209
Jln. St. Ibrahim	740	61938	12388	18582	92908
Jln. Hang Lekir	1960	164052	32810	49216	246078
Jumlah	10765	901031	180206	270309	1351546
Wilayah Dua					
Jln. Ar. Hakim	995	83282	16656	24985	124923
Jln. S. Parman	490	41013	8203	12304	61520
Jln. Narasinga	1485	124295	24859	37289	186443
Jln. Diponegoro	260	21762	4352	6529	32643
Jln. Sd. Teladan	10	837	167	251	1255
Jln. P. Tendean	65	5441	1088	1632	8161
Jumlah	3345	279977	55995	83993	419965
Wilayah Tiga					
Jln. Jend. Sudirman	335	28040	5608	8412	42060
Jln. M. Fadillah	165	13811	2762	4143	20716
Jln. Katamso	30	2511	502	753	3766
Jln. Syahrial	165	13811	2762	4143	20716
Jln. Veteran	305	25529	5106	7659	38294
Jln. Komp. Pasar	85	7115	1423	2135	10673
Jln. Bupati Tulus	140	11718	2344	3516	17578
Jln. Yos Sudarso	160	13392	2678	4018	20088
Jumlah	1425	119273	23855	35782	178910
Wilayah Empat					
Jln. Agus Salim	735	61520	12304	18456	92280
Jln. Aski Aries	5145	430637	86127	129191	645955
Jln. Hasanudin	245	20507	4101	6152	30760
Jln. Hos Cokro Amin	805	67379	13476	20214	101069
Jln. M. Boya	35	2930	586	879	4395
Jumlah	6980	584226	116845	175268	876339
Wilayah Lima					
Jln. R. Suprpto	805	67379	13476	20214	101069
Jln. Mt. Haryono	230	19251	3850	5775	28876
Jln. Ade Irma Suryani	100	8370	1674	2511	12555
Jln. Inspektur Kosen	80	6696	1339	2009	10044
Jln. Kahar Maskur	455	38084	7617	11425	57126
Jln. Komp. Kodim	300	25110	5022	7533	37665
Jln. Komp. Polri	220	18414	3683	5524	27621
Jumlah	2215	185396	37079	55619	278094
Wilayah Enam					
Jln. A. Yani	155	12974	2595	3892	19461
Jln. Kartini	30	2511	502	753	3766

Tabel lanjutan 5.6

Jln. Susani Harjo	10	837	167	251	1255
Jln. Tengku Umar	290	24273	4855	7282	36410
Jln. D.I. Panjaitan	590	49383	9877	14815	74075
Jln. Hang Tuah	1470	123039	24608	36912	184559
Jln. Kuantan Timur	3360	281232	56246	84370	421848
Jumlah	5905	494249	98850	148275	741374
Wilayah Tujuh					
Jln. Kuantan Babu	3365	281651	56330	84495	422476
Jln. Sungai Guntung	45	3767	753	1130	5650
Jln. Lubuk Tangguk	570	47709	9542	14313	71564
Jumlah	3990	333963	66793	100189	500945
Total kebutuhan air	4.347.173 liter/hari				

Dari tabel 5.6 dapat dilihat bahwa kebutuhan air bersih yang terbesar terdapat pada Jalan SMA dengan kebutuhan air 684.876 liter/hari, serta untuk wilayah penggunaan air terbesar terdapat pada wilayah satu dengan kebutuhan air sebesar 1.351.546 liter/hari hal ini terjadi karena pada ruas jalan dan wilayah tersebut merupakan daerah dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi dan sebagian besar menggunakan air dari PDAM, Untuk ruas jalan yang penggunaan kebutuhan air terkecil adalah Jalan Susani Harjo dengan penggunaan hanya 1.255 liter/ hari, karena dijalan tersebut tidak padat penduduk.

Berdasarkan total kebutuhan air yang di salurkan pada tahun 2031 adalah sebesar 4.347.173 liter/hari. Dengan jumlah produksi PDAM Tirta Indra yang saat ini sebesar 6.656.600 liter/hari Berdasarkan analisa data pelanggan PDAM Tirta Indra mampu mencukupi kebutuhan air domestik untuk 10 tahun kedepan, tetapi untuk 10 tahun setelahnya PDAM Tirta Indra perlu melakukan peningkatan jumlah produksi air bersih agar dapat memenuhi permintaan masyarakat yang akan terus meningkat.

#### 5.4 Hasil Analisa Diameter Pipa Jaringan distribusi PDAM Tirta Indra

Setelah didapatkan kebutuhan air bersih dan debit rata-rata pada tiap ruas jalan maka selanjutnya dapat dihitung diameter pipa dengan menggunakan persamaan haen william, untuk hasil perhitungan pada penelitian ini dapat dilihat pada lampiran A-3 dengan hasil dapat dilihat pada tabel 5.7

**Tabel 5.7** Diameter pipa pada tahun 2021, tahun 2031 dan yang terpasang

Daerah Pelayanan	Hasil perhitungan tahun 2022	Hasil perhitungan tahun 2031	Terpasang
Wilayah Satu			
Jln. Sma	178	188	200
Jln. Comp. Handayani	55	58	50
Jln. Padat Karya	87	92	75
Jln. Kamp. Dagang	109	115	150
Jln. St. Ibrahim	83	88	75
Jln. Hang Lekir	120	127	150
Wilayah Dua			
Jln. Ar. Hakim	93	98	75
Jln. S. Parman	71	75	75
Jln. Narasinga	108	115	100
Jln. Diponegoro	56	59	50
Jln. Sd. Teladan	17	17	50
Jln. P. Tendean	35	35	50
Wilayah Tiga			
Jln. Jend. Sudirman	62	65	150
Jln. M. Fadillah	47	50	50
Jln. Katamso	26	26	50
Jln. Syahrial	47	50	100
Jln. Veteran	60	63	100
Jln. Komp. Pasar	39	39	75
Jln. Bupati Tulus	45	47	100
Jln. Yos Sudarso	47	49	75
Wilayah Empat			
Jln. Agus Salim	83	88	150
Jln. Aski Aries	174	184	200
Jln. Hasanudin	55	58	75
Jln. Hos Cokro Aminoto	86	91	100
Jln. M. Boya	28	28	50
Wilayah Lima			
Jln. R. Suprpto	86	91	100
Jln. Mt. Haryono	53	56	50
Jln. Ade Irma Suryani	40	41	50
Jln. Inspektur Kosen	38	38	50
Jln. Kahar Maskur	69	73	75
Jln. Komp. Kodim	59	62	75
Jln. Komp. Polri	52	55	50
Wilayah Enam			

Tabel lanjutan 5.7

Jln. A. Yani	46	49	100
Jln. Kartini	26	26	50
Jln. Susani Harjo	17	17	50
Jln. Tengku Umar	58	62	100
Jln. D.I. Panjaitan	76	81	150
Jln. Hang Tuah	108	114	100
Jln. Kuantan Timur	148	156	150
Wilayah Tujuh			
Jln. Kuantan Babu	148	156	150
Jln. Sungai Guntung	30	30	75
Jln. Lubuk Tangguk	75	80	100

Dari tabel 5.7 dapat dilihat terdapat beberapa pipa yang perlu dilakukan pergantian karena diameter pipa hasil dari perhitungan lebih besar dari diameter pipa yang terpasang dilapangan, hal ini bertujuan agar pipa mengalirkan debit air secara efektif dan menghindari pecahnya pipa akibat debit yang mengalir pada pipa terlalu besar.

Dalam memperbaiki kinerja dan kualitas dari distribusi PDAM Tirta Indra maka dilakukan pergantian pipa jaringan distribusi pada beberapa bagian yang tidak memenuhi kriteria seperti kecepatan aliran yang dibawah kriteria atau debit yang terlalu besar maka dilakukan pergantian pipa dan menambah kapasitas pompa agar menunjang debit distribusi PDAM Tirta Indra.

Peningkatan kualitas yang dilakukan adalah dengan mengganti beberapa pipa yang diameternya sudah tidak kuat menahan debit aliran air yang ditakutkan menyebabkan pipa pecah, ruas jalan yang perlu melakukan pergantian pipa dapat dilihat pada tabel 5.8 :

**Tabel 5. 8** Pergantian diameter pipa

Daerah Pelayanan	Terpasang dilapangan	Saran diameter pipa akan diganti
Wilayah Satu		
Jln. Comp. Handayani	50	75
Jln. Padat Karya	75	100
Jln. St. Ibrahim	75	100
Wilayah Dua		

Tabel lanjutan 5.8

Jln. Ar. Hakim	75	150
Jln. S. Parman	75	100
Jln. Narasinga	100	150
Jln. Diponegoro	50	75
Wilayah Lima		
Jln. Mt. Haryono	50	75
Jln. Komp. Polri	50	75
Wilayah Enam		
Jln. Hang Tuah	100	150
Jln. Kuantan Timur	150	200
Wilayah Tujuh		
Jln. Kuantan Babu	150	200

Penggantian pipa ini juga bermanfaat untuk pembaruan pada jaringan distribusi PDAM Tirta Indra kota Rengat karena rata-rata pipa yang berfungsi merupakan pipa yang usianya sudah lebih dari 20 tahun, pengganti ini tentu akan semakin menunjang kinerja dari aliran distribusi PDAM Tirta Indra di kota Rengat, karena semakin bertambahnya kebutuhan air setiap tahunnya maka PDAM Tirta Indra juga perlu memperhatikan pipa jaringan distribusi agar memenuhi syarat kualitas, kuantitas serta kontinuitas agar selalu memuaskan pelanggan.

### 5.5 Hasil analisa kehilangan air di PDAM Tirta Indra

Di PDAM Tirta Indra Kecamatan Rengat menggunakan sumber air baku dari sungai Indragiri dengan kapasitas produksi 110 liter/detik. Jam operasional dari Water Treatment Plant (WTP) adalah 24 jam.

Berdasarkan data pemakaian air pelanggan dari PDAM Tirta Indra unit Rengat didapat jumlah penjualan rata-rata air per bulan pada tahun 2021 adalah 126.196 m<sup>3</sup>/bulan, Adapun jumlah air yang terpakai berdasarkan data PDAM Tirta Indra adalah 199.700 m<sup>3</sup>/bulan, besarnya kehilangan air dapat dihitung dengan mengurangi jumlah pemakaian perbulan dengan total penjualan air per bulan, nilai kehilangan (losses) didapat sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Nilai kehilangan air (losses)} &= \text{total air terjual} - \text{total pemakaian air} \\ &= 126.196 \text{ m}^3/\text{bulan} - 199.700 \text{ m}^3/\text{bulan} \end{aligned}$$

$$= -73.504 \text{ m}^3 \text{ m}^3/\text{bulan}$$

$$\text{Persentase kehilangan (\%)} = \frac{\text{kehilangan air}}{\text{pemakaian air}} \times 100\%$$

$$= \frac{-73.504}{199.700} \times 100\%$$

$$= 36,81\%$$

Kehilangan air pada sistem penyediaan air bersih ini seharusnya 0%, Namun PDAM Tirta Indra kota Rengat mengalami kehilangan air dengan nilai mencapai 36,81%, Kehilangan air pada saat ini masih di upayakan penekanannya ke tingkat yang lebih rendah, meskipun angka tersebut mengalami penurunan dibanding data kehilangan air yang diperoleh dari PDAM Tirta Indra dimana pada tahun 2015 angka kehilangan air yaitu sebesar 44,25 %, PDAM Tirta Indra memiliki target untuk angka Kehilangan air berada dibawah 20 %.

Kehilangan air yang terjadi di PDAM Tirta Indra Kecamatan Rengat disebabkan oleh beberapa Faktor antara lain :

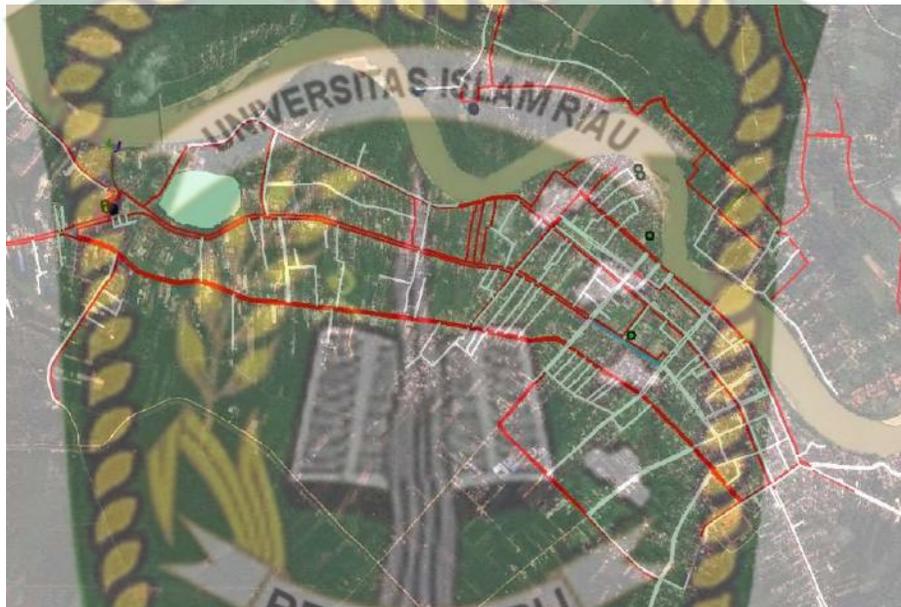
1. Kehilangan air secara fisik pada jaringan pipa transmisi dan distribusi, yang bisa disebabkan karena Kondisi pipa yang sudah tua sehingga banyak terjadi kebocoran pada sambungan, Semakin tua usia pipa, maka kekuatannya semakin menurun sehingga berpotensi besar mengalami kebocoran.
2. Kondisi meter pelanggan yang rusak, kurang baik atau tingkat keakuratannya rendah, sehingga air yang tercatat sebagai air terjual tidak sesuai dengan tingkat pemakaian air yang sesungguhnya.
3. Kelalaian Petugas Pencatat meter dalam pencatatan.

Rencana Tidakan Perbaikan yang akan dilakukan oleh PDAM Tirta Indra adalah sebagai berikut :

1. Penggantian meteran pelanggan secara berkala
2. Penggantian pipa dan penata jaringan distribusi
3. Pemeriksaan dan penggantian meter induk

## 5.6 Kondisi dan evaluasi jaringan distribusi dengan Epanet 2.0

Instalasi pengolahan air minum kota Rengat menyalurkan air minum ke daerah-daerah sekitar instalasi. Pada tugas akhir ini, jaringan distribusi yang akan dievaluasi adalah jaringan distribusi di kota Rengat. Berikut merupakan peta jaringan distribusi yang akan dievaluasi :



**Gambar 5.1** Pipa Jaringan Distribusi PDAM Tirta Indra

Pada peta tersebut yang bergaris merah dan putih merupakan pipa-pipa primer dan sekunder pendistribusian air minum ke daerah pelayanan. Air minum yang telah diolah di instalasi Rengat Kota disimpan di reservoir yang merupakan tangki tertanam pada permukaan tanah (*ground tank*). Reservoir ini memiliki kapasitas menampung air sampai volume  $500 \text{ m}^3$ . Sebelum masuk ke pipa distribusi air tersebut di pompa, jumlah pompa di Kota Rengat ini adalah 4 buah. Pompa yang dipakai adalah 2 buah, sedangkan 2 pompa lainnya digunakan sebagai cadangan. Pompa yang digunakan memiliki kapasitas maksimum 60 L/detik dan 30 L/detik. Pompa tersebut memiliki *head* 40m. Pipa yang digunakan dalam pendistribusian adalah jenis PVC dengan diameter bervariasi dari 75mm sampai 300 mm.

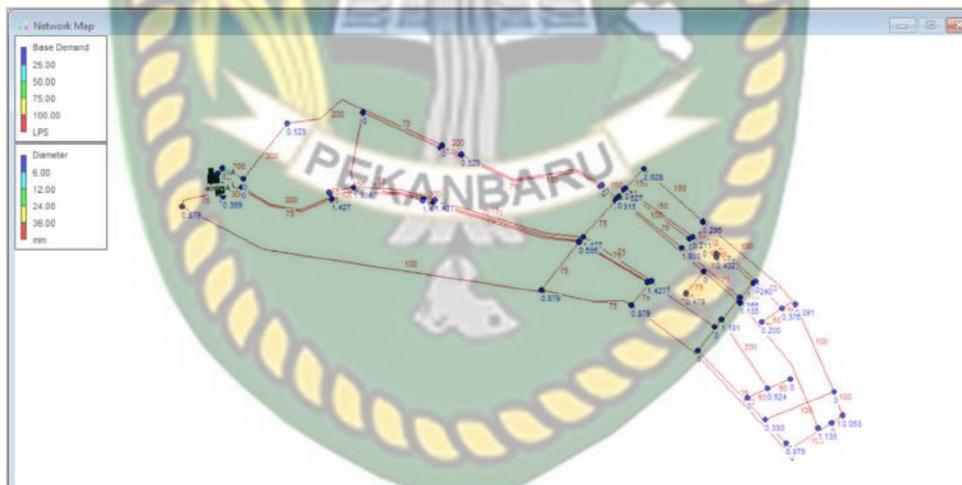
Evaluasi jaringan distribusi air minum ini akan didasarkan pada kriteria

desain yang terdapat dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum no.18 tahun 2007 tentang penyelenggaraan pengembangan sistem penyediaan air minum yang meliputi :

1. Kecepatan air dalam pipa disyaratkan sebesar 0.3 m/detik - 3 m/detik
2. Tinggi tekanan yang harus disediakan sampai mencapai titik terjauh minimum sebesar 10 m dan tinggi tekanan maksimum yang diijinkan sebesar 80 m
3. Jenis pipa yang nantinya akan digunakan adalah pipa dengan jenis PVC

output yang perlu diperhatikan dalam pengevaluasian jaringan distribusi air minum ini tinggi tekanan *pressure* dan kecepatan pada tiap pipa.

Setelah dibuat jaringan distribusi eksisting pada program ini, data-data input yang ada dimasukkan. Berikut merupakan gambar jaringan distribusi PDAM Tirta Indra setelah diinput data pada pipa dan junction pada program Epanet 2.0:

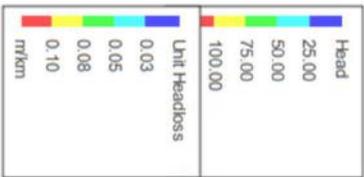


**Gambar 5.2** Jaringan pipa distribusi setelah di input program Epanet 2.0

Perhitungan yang dipilih pada program ini menggunakan formula Hazen-William. Setelah data-data input dimasukkan, dilakukan run program untuk mengecek apakah data input yang dimasukkan telah sesuai dengan yang dibutuhkan program tersebut. Jika run tersebut berhasil dilakukan, akan muncul tulisan *run was successful*. Sedangkan, bila run tidak berhasil akan muncul tulisan *run was not successful*, berikut merupakan gambar hasil Epanet 2.0:



Gambar 5.3 Hasil analisa Runing Node dan Links dengan Epanet 2.0



Day 1, 12:00 AM

Gambar 5.4 Hasil Runing head dan unit headloss

Dapat dilihat pada gambar ataupun pada tabel tinggi tekanan pada tiap *node/junction* telah memenuhi kriteria desain yang terdapat dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum no.18 tahun 2007 yaitu antara 10 dan 80 m. Tinggi tekanan yang terlihat pada tabel dan gambar berkisar sekitar 15m dan 30 m. Akan tetapi masih ada beberapa segmen yang kecepatan alirannya tidak memenuhi ketentuan dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum no.18 tahun 2007 . Pada gambar juga dapat terlihat pipa-pipa yang kecepatan alirannya belum memenuhi kriteria desain. Pipa-pipa yang kecepatan alirannya belum memenuhi kriteria desain dapat dilihat pada gambar, pipa tersebut berwarna biru muda dan untuk yang berwarna hijau sebagian telah memenuhi kriteria. Persyaratan kecepatan aliran pada pipa tersebut ditetapkan 0.3 m/detik-3 m/detik. Kurangnya kecepatan tersebut menyebabkan kecilnya aliran yang diterima oleh pelanggan.

Berikut hasil dari Running Epanet 2.0:

**Tabel 5. 9** hasil analisis pipa eksisting

Link ID	Diameter mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe P1	300	18.81	0.27	0.25
Pipe P2	300	18.81	0.27	0.25
Pipe P3	300	13.13	0.27	0.13
Pipe P4	300	10.52	0.27	0.09
Pipe P5	300	5.86	0.25	0.03
Pipe P7	300	1.81	0.25	0.00
Pipe P9	100	2.29	0.29	1.09
Pipe P12	75	1.75	0.40	2.68
Pipe P13	75	0.04	0.40	0.00
Pipe P16	75	0.87	0.20	0.74
Pipe P17	200	11.19	0.36	0.70
Pipe P18	200	11.19	0.36	0.70
Pipe P22	150	6.09	0.34	0.92

Tabel lanjutan 5.9

Pipe P24	150	1.70	0.10	0.09
Pipe P25	100	1.41	0.18	0.44
Pipe P26	100	0.48	0.06	0.06
Pipe P27	100	0.15	0.02	0.01
Pipe P28	100	0.09	0.01	0.00
Pipe P29	150	0.09	0.01	0.00
Pipe P32	100	0.33	0.04	0.03
Pipe P31	150	-0.07	0.30	0.00
Pipe P36	75	1.34	0.30	1.63
Pipe P19	200	10.66	0.34	0.64
Pipe P47	200	10.27	0.33	0.60
Pipe P48	150	9.74	0.55	2.20
Pipe P49	150	11.46	0.65	2.97
Pipe P52	75	0.16	0.33	0.03
Pipe P54	300	5.86	0.33	0.03
Pipe P56	75	2.86	0.65	6.63
Pipe P15	200	11.19	0.36	0.70
Pipe P58	300	18.81	0.27	0.25
Pipe P59	75	1.80	0.41	2.81
Pipe P60	75	1.43	0.32	1.84
Pipe P62	75	2.19	0.50	4.05
Pipe P64	75	2.29	0.52	4.41
Pipe P66	150	4.66	0.26	0.56
Pipe P71	75	-0.56	0.26	0.32
Pipe P40	150	11.14	0.63	2.82
Pipe P41	150	8.39	0.48	1.67
Pipe P42	75	2.75	0.62	6.17
Pipe P44	75	1.13	0.26	1.20

Tabel lanjutan 5.9

Pipe P50	75	0.48	0.11	0.24
Pipe P51	75	1.72	0.39	2.58
Pipe P53	75	2.27	0.51	4.33
Pipe P55	75	-0.38	0.09	0.16
Pipe P57	75	1.86	0.42	3.00
Pipe P65	150	2.61	0.15	0.19
Pipe P67	150	0.09	0.01	0.00
Pipe P68	100	-0.07	0.01	0.00
Pipe P77	75	0.72	0.16	0.51
Pipe P74	250	1.81	0.04	0.01
Pipe P6	100	0.55	0.31	0.08
Pipe P10	75	1.37	0.31	1.69
Pipe P2	75	-1.45	0.33	1.88
Pipe P14	75	-2.87	0.65	6.70
Pipe P63	75	3.38	0.77	9.07
Pipe P76	100	0.42	0.20	0.05
Pipe P8	75	0.93	0.21	0.82
Pipe P34	75	0.66	0.15	0.43
Pipe P39	100	0.25	0.03	0.02
Pipe P75	100	2.31	0.29	1.10
Pipe P78	75	0.27	0.25	0.08
Pipe P79	150	4.33	0.25	0.49
Pipe P80	150	4.64	0.26	0.55
Pipe P82	50	0.09	0.05	0.09
Pipe P83	50	0.09	0.05	0.09
Pipe P84	50	0.04	0.02	0.02
Pipe P85	50	0.04	0.02	0.02
Pipe P86	50	-0.20	0.10	0.36

Berdasarkan tabel 5.9 hasil running EPANET 2.0 menunjukkan hasil Velocity/kecepatan aliran pada tiap pipa tidak semua memenuhi standar yang berlaku. Dapat dilihat dalam tabel bahwa pada pipa24 sampai pipa29, pipa34, pipa39, pipa82 sampai pipa 86, pipa67 dan pipa77 angka kecepatan air berada dibawah standar, pipa yang berada dibawah standar tersebut merupakan pipa yang berada jauh dari reservoir sehingga membuat kecepatan air tidak memenuhi standar, Hasil simulasi kecepatan aliran yang rendah atau tinggi sangat berpengaruh pada diameter pipa dan jumlah air yang dibutuhkan. Apabila kecepatan rendah maka diameter pipa terlalu besar. Pipa dengan kecepatan dibawah kriteria dapat menyebabkan terhambatnya aliran air dan memiliki potensi terjadinya pengendapan. Solusi untuk meningkatkan kecepatan agar sesuai dengan kriteria yakni dengan penambahan pompa atau penggantian pipa dengan diameter yang lebih kecil dibanding dengan pipa eksisting dan Kecepatan air yang melebihi kriteria dapat menyebabkan terjadinya penggerusan pada pipa sehingga dapat menyebabkan kebocoran. Solusi untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan menambahkan pipa yang terhubung secara paralel dengan pipa eksisting.

Dari hasil simulasi menunjukan hasil unit headloss yang tidak semua memenuhi standar. Pengaruh akibat dari headloss yang tinggi karena pemakaian air dengan jumlah besar yang menyebabkan kecepatan aliran air dalam pipa meningkat sehingga gesekan antara dinding pipa dengan air juga meningkat dan dapat menimbulkan kehilangan energi yang besar , Besarnya unit headloss dapat menyebabkan hilangnya tekanan pada ujung pipa sehingga air tidak dapat mengalir hingga jaringan pipa sekunder. Solusi untuk menurunkan nilai unit headloss adalah penambahan pipa secara paralel dengan pipa eksisting.

Berikut hasil running junction menggunakan Epanet 2.0 :

**Tabel 5. 10** Hasil analisis junction eksisting

Node ID	Head m	Pressure m
Junc J-1	34.26	24.26
Junc J-2	34.24	24.24
Junc J-3	34.12	24.12

Tabel lanjutan 5.10

Junc J-4	34.04	24.04
Junc J-5	34.02	24.02
Junc AgusSalim	34.01	24.01
Junc J-6	34.00	24.00
Junc CokroAminoto	34.00	24.00
Junc J-7	34.05	24.05
Junc P.karya	33.92	23.92
Junc J-8	33.76	23.76
Junc J-9	32.64	22.64
Junc J-10	30.53	20.53
Junc S.ibrahim	30.53	20.53
Junc J-11	30.62	20.62
Junc Ar.Hakim	30.30	20.30
Junc J-12	33.54	23.54
Junc J-13	33.46	23.46
Junc K.Dagang	33.22	23.22
Junc J-14	30.31	20.31
Junc hanglekir	30.17	20.17
Junc J-15	30.29	20.29
Junc Sparman	30.25	20.25
Junc Hasanudin	29.80	19.80
Junc YosSudarso	29.80	19.80
Junc Sudirman	30.07	20.07
Junc A.Yani	29.83	19.83
Junc J-17	29.80	19.80
Junc kartini	29.80	19.80
Junc J-18	29.80	19.80
Junc J-19	29.80	19.80

Tabel lanjutan 5.10

Junc J-20	29.80	19.80
Junc tukuumar	29.79	19.79
Junc J-21	34.04	24.04
Junc J-22	33.19	23.19
Junc J-23	33.97	23.97
Junc AzkiAris	31.81	21.81
Junc J-24	32.39	22.39
Junc AskiAriz	31.97	21.97
Junc suprapto	24.58	14.58
Junc J-25	32.64	22.64
Junc J-26	32.63	22.63
Junc J-27	30.51	20.51
Junc jl.SMA2	34.07	24.07
Junc J-29	34.04	24.04
Junc Jl.SMA	34.04	24.04
Junc J-30	33.61	23.61
Junc J-31	34.28	24.28
Junc AskiAris	30.31	20.31
Junc narasinga	29.82	19.82
Junc J-32	25.53	15.53
Junc J-33	26.60	16.60
Junc J-34	30.30	20.30
Junc Diponegoro	26.56	16.56
Junc J-35	29.80	19.80
Junc K.Handayani	32.23	22.23
Junc Syahrial	29.90	19.90
Junc Tendean	29.83	19.83
Junc Katamso	29.75	19.75

Tabel lanjutan 5.10

Junc Veteran	29.81	19.81
Junc M.Fadillah	29.92	19.92
Junc J-46	30.25	20.25
Junc J-47	29.73	19.73
Junc MTHaryono	29.71	19.71
Junc AdeIrma	29.35	19.35
Junc kaharmaskur	34.00	24.00
Junc J-48	34.00	24.00
Junc J-49	34.00	24.00

Berdasarkan tabel 5.10 simulasi tekanan sudah memenuhi standar dengan tekanan minimum 10 m dan tekanan maksimum dibawah 70 mka. Tekanan sangat berhubungan dengan debit aliran. Aliran dapat mengalir dengan baik apabila tekanannya cukup. Tekanan maksimum yang tinggi dapat menyebabkan kebocoran, untuk itu diperlukan aksesoris untuk mengurangi tekanan, Penyebab kurangnya tekanan pada junction dapat berupa besarnya headloss yang terjadi pada pipa distribusi. Solusi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan tekanan adalah dengan menggunakan pompa, selain itu untuk memperkecil headloss dapat dilakukan penggantian pipa atau pemasangan pipa baru secara paralel pada jaringan distribusi eksisting. Hasil simulasi juga menunjukkan head di node pelayanan di tahap 1 sudah memenuhi standar. Dengan nilai head yang >10 menandakan pada titik terjauh pipa air tetap mengalir .

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Total kebutuhan air bersih PDAM Tirta Indra daerah pelayanan kota Rengat pada tahun 2031 adalah 4.347.173 liter/hari atau 50,31 liter/detik, dengan kapasitas produksi PDAM Tirta Indra kota Rengat saat ini adalah sebesar 6.656.600 liter/hari, mampu mencukupi kebutuhan pelanggan untuk 10 tahun mendatang.
2. Berdasarkan pemakaian air PDAM Tirta Indra daerah pelayanan kota Rengat pada tahun 2022 memiliki tingkat kehilangan air yang tinggi, yaitu mencapai angka 36,81% dengan jumlah 73.504 m<sup>3</sup>/ bulan, hal menunjukkan PDAM Tirta Indra sudah melakukan perbaikan untuk menangani kehilangan air, dimana angka kehilangan air mengalami penurunan sebesar 7,44% dari tahun 2015 dimana angka kehilangan air mencapai angka 44,25%.
3. Berdasarkan hasil perhitungan rencana diameter pipa pada tiap ruas jalan terdapat beberapa yang memerlukan pergantian hal ini dikarenakan dari hasil perhitungan didapat debit yang mengalir mengalami peningkatan sehingga dikawatirkan pipa yang terpasang dilapangan tidak bisa mengalirkan air bersih secara maksimal dan dari hasil analisa menggunakan aplikasi Epanet 2.0 didapatkan hasil terdapat beberapa titik pada pipa yang kecepatan aliran air dibawah standar pada pipa24 sampai pipa29, pipa34, pipa39, pipa82 sampai pipa 86, pipa67 dan pipa77, pipa tersebut merupakan pipa yang jauh dari reservoir dan pompa, hal ini dapat menyebabkan aliran air yang sampai dipelanggan tidak sampai.

#### 6.2 Saran

1. Sebaiknya dilakukan pengecekan dan pemeliharaan pada sistem jaringan air bersih agar tidak dapat menimbulkan kerugian seperti pemakaian sambungan

liar, penggantian meteran yang rusak serta kebocoran pada pipa, karena tingkat kehilangan air yang cukup tinggi.

2. PDAM Tirta Indra perlu melakukan update lebih lanjut terkait pemetaan jaringan distribusi eksisting
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan peneliiian ini dengan menganalisa biaya dalam pergantian pipa serta melakukan analisa terhadap pipa yang diganti menggunakan Epanet 2.0



## DAFTAR PUSTAKA

- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Damanhuri. E. 1989. Ajaran Sistem Pengelolaan Air. ITB. Bandung.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2010. Kepmenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010. Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Depkes RI : Jakarta.
- Direktorat Jendral Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum. (2000). Kriteria Penyediaan Air Bersih.
- Direktorat Jendral Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum. (2007). Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Fair, G. M., Geyer, J. C., and Okun, D. A. 1996. *Wastewater System And Wastewater Engineering, Vol 1, Water Supply And Wasterwater*. New York: John Wiley and Sons.
- Kanth, M. Prudhvi, S.Maanasa, T. Naga Rupesh. 2014. *Design of Water Distribution Network by using EPANET Software*. Vijayawada : ELK Asia Psific Journals – Special Issue, ISBN 978-81-930411-5-4.
- Kause, M., & Frans, J. H. (2020). Evaluasi Dan Perencanaan Pengembangan Jaringan Air. *Jurnal Teknik Sipil*, IX(2), 255–268.
- Kodoatie. R. J. dan Sjarief. R. 2005. Pengelolaan Sumber Daya Air terpadu. Yogyakarta: Andi Offset.
- McGhee, T.J. 1991. *Water Supply Anda Sewerage* . New York : McGraw-Hill.
- Paembonan, R. 2013. Efektivitas Tingkat Pelayanan PDAM Pada Zona 31 Dan 32 Kota Makasar. Tugas Akhir. Makasar: Teknik Sipil. Universitas Hasanuddin
- Peavy, H. S et.al. 1985. *Environmental Engineering*. McGraw-Hill.Singapura

- Permana, A.D. 2019. Evaluasi Kebutuhan Air Bersih Di PDAM Tirta Muara Kabupaten Tebo Provinsi Jambi. Skripsi. Pekanbaru: Teknik Sipil. Universitas Islam Riau
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2001. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2015. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 Tentang Sistem Penyediaan Air Minum.
- Ramadhan, I. 2020. Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Pdam Tirta Daroy Pada Zona I Banda Aceh. Skripsi. Banda Aceh : Teknik Lingkungan. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
- Republik Indonesia. 2005. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 16 Tahun 2005 Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta
- Riswana, D., & Pirngadie, B. H. 2010. Identifikasi Kelayakan Finansial Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih Sebagai Penunjang Perkembangan Kabupaten Subang. Fakultas teknik. Unpas
- Sarungallo, G. A., & Wardhani, E. K. A. (2016). Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih di Kecamatan Pontianak Selatan Kota Pontianak Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Rekayasa Lingkungan, Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 4(1), 8 hal.
- Tambunan, R.A. 2014. Peran PDAM Dalam Pengelolaan Bahan Air Baku Air Minum Sebagai Perlindungan Kualitas Air Minum Dikota Yogyakarta. Skripsi. Yogyakarta : Ilmu Hukum. Universitas Atmajaya Yogyakarta
- Tri Lestari, A., & Indarjanto, H. (2016). Analisis dan Rencana Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih Unit Cabang Timur PDAM Kabupaten Klaten. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.17668>
- Wardhana, I. W. dkk. 2013. Kajian Sistem Penyediaan Air Bersih Sub Sistem Bribin Kabupaten Gunungkidul. *Jurnal Presipitasi* Vol. 10 No.1, Maret 2013, ISSN 1907-187X
- Wigati, R. 2013. Studi Analisis Kebutuhan Air Bersih Pedesaan Sistem Gravitasi Menggunakan Software Epanet 2.0

Yulianto, A., Wacano, D., Lingkungan, T., & Indonesia, U. I. (n.d.). *Distribusi Air Minum Pdam Tirta Kandilo Unit Kecamatan Tanah Grogot , Kabupaten Paser , Kalimantan Timur Evaluate and Planning Development of Pipeline Distribution in Local Water Company Tirta Kandilo , Sector Tanah Grogot , District Paser , East Borneo.* 1–8.



Dokumen ini adalah Arsip Milik :  
**Perpustakaan Universitas Islam Riau**