

SKRIPSI

**EVALUASI SISTEM JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR BERSIH
DI KECAMATAN AMPEK NAGARI
KABUPATEN AGAM**

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Akademik
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil



OLEH:

ELVIKA ZAHARA

20180084

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

2024

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

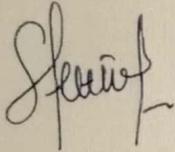
EVALUASI SISTEM JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR BERSIH
DI KECAMATAN AMPEK NAGARI
KABUPATEN AGAM

Oleh :

ELVIKA ZAHARA

20180084

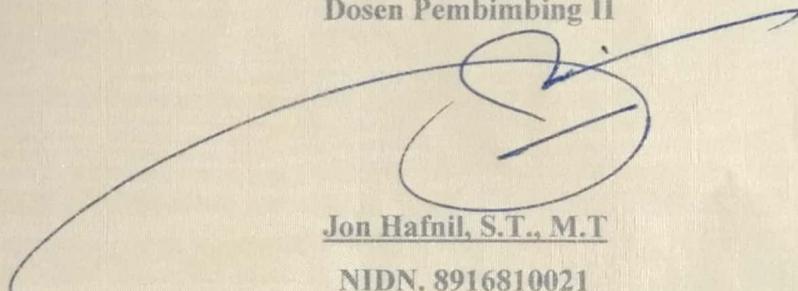
Dosen Pembimbing I



Selpa Dewi, S.T., M.T

NIDN. 1011097602

Dosen Pembimbing II



Jon Hafnil, S.T., M.T

NIDN. 8916810021

Dekan Fakultas Teknik

UM Sumatera Barat,

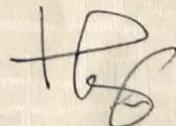


Masril, S.T., M.T

NIDN. 1005057407

Ketua Program Studi

Teknik Sipil,



Helga Yermadona, S.Pd, M.T

NIDN. 1013098502

LEMBARAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 28 Februari 2024 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Bukittingi, 28 Februari 2024

Mahasiswa,



Elvika Zahara

NIM. 20180084

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal 28 Februari 2024 :

1. Selpa Dewi, S.T, M.T

1.

2. Jon Hafnil, S.T., M.T

2.

3. Febrimen Herista, S.T., M.T

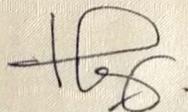
3.

4. Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknik Sipil



Helga Yermadona, S.Pd, M.T

NIDN. 1013098502

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Elvika Zahara
Tempat dan tanggal Lahir : Sitalang, 21 Mei 1999
NIM : 20180084
Judul Skripsi : Evaluasi Sistem Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih
Di Kecamatan Ampek Nagari Kabupaten Agam

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan pihak manapun.

Bukittinggi, 28 Februari 2024

Yang membuat pernyataan,



Elvika Zahara

NIM. 20180084

ABSTRAK

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok yang tidak dapat dipisahkan dari makhluk hidup. Sehingga ketersediaannya amatlah penting. Pemanfaatannya tidak hanya terbatas pada kebutuhan dalam negeri saja, namun juga pada struktur masyarakat, sosial dan ekonomi. Lokasi penelitian ini berada di Kecamatan Ampek Nagari Kabupaten Agam. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kebutuhan air bersih 15 tahun kedepan perlu di analisa dengan memproyeksikan jumlah penduduk, kebutuhan domestik, kebutuhan non domestik, rata-rata kebutuhan air, dan kehilangan air. Metode perhitungan yang digunakan untuk memproyeksi jumlah penduduk adalah metode aritmatika, geometrik, dan eksponensial sedangkan analisa jaringan distribusi menggunakan Epanet 2.0. Berdasarkan kategori IV yaitu kota kecil dengan konsumsi sambungan rumah 130 liter/org/hr maka diperoleh perhitungan kebutuhan air bersih untuk PDAM Tirta Antokan pada kebutuhan domestik pada tahun 2023 sebesar 45,785 lt/dtk, dan pada tahun 2037 sebesar 46,595 lt/dtk, kebutuhan non domestik pada tahun 2023 sebesar 6,867 lt/dtk, dan pada tahun 2037 sebesar 7,043 lt/dtk, kebutuhan total pada tahun 2023 63,185 lt/dtk dan pada tahun 2037 sebesar 64,804 lt/dtk, kebutuhan air rata-rata pada tahun 2023 73,715 lt/dtk dan pada tahun 2037 75,605 lt/dtk, kebutuhan harian maksimum pada tahun 2023 sebesar 81,087 lt/dtk dan pada tahun 2037 sebesar 83,165 lt/dtk, kebutuhan jam puncak pada tahun 2023 110,573 lt/dtk dan pada tahun 2037 sebesar 113,407 lt/dtk kehilangan air pada tahun 2023 sebesar 10,573 lt/dtk, dan pada tahun 2037 10,801 lt/dtk.

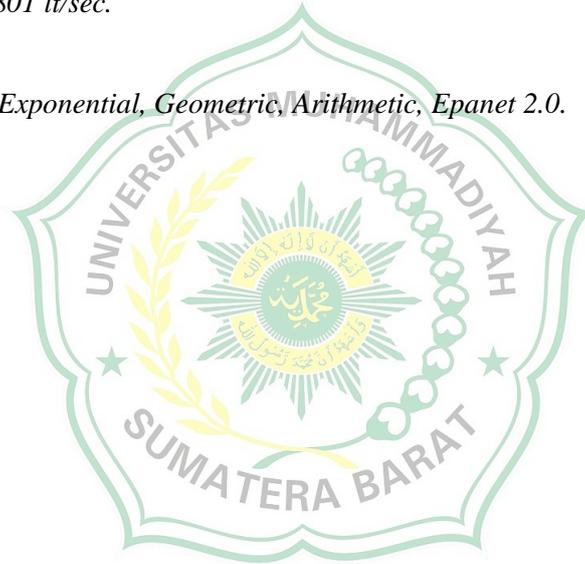
Kata kunci : SR, Eksponensial, Geometrik, Aritmatik, Epanet 2.0.



ABSTRACT

Water is one of the basic needs that cannot be separated from living creatures. So availability is very important. Its use is not only limited to domestic needs, but also to community, social and economic structures. The location of this research is in Ampek Nagari District, Agam Regency. The aim of this research is to determine the need for clean water in the next 15 years. It needs to be analyzed by projecting the population, domestic needs, non-domestic needs, average water needs and water loss. The calculation methods used to project population numbers are arithmetic, geometric and exponential methods, while distribution network analysis uses Epanet 2.0. Based on category IV, namely small cities with household connection consumption of 130 liters/person/day, the calculation of clean water needs for PDAM Tirta Antokan for domestic needs in 2023 is 45,785 lt/sec, and in 2037 it is 46,595 lt/sec, non-negotiable needs. domestic in 2023 will be 6,867 lt/sec, and in 2037 will be 7,043 lt/sec, total demand in 2023 will be 63,185 lt/sec and in 2037 will be 64,804 lt/sec, average water requirement in 2023 will be 73,715 lt/sec and in 2037 75,605 lt/sec, maximum daily demand in 2023 is 81,087 lt/sec and in 2037 is 83,165 lt/sec, peak hour demand in 2023 is 110,573 lt/sec and in 2037 is 113,407 lt/sec Water loss in 2023 will be 10,573 lt/sec, and in 2037 10,801 lt/sec.

Keywords : SR, Exponential, Geometric, Arithmetic, Epanet 2.0.



KATA PENGANTAR

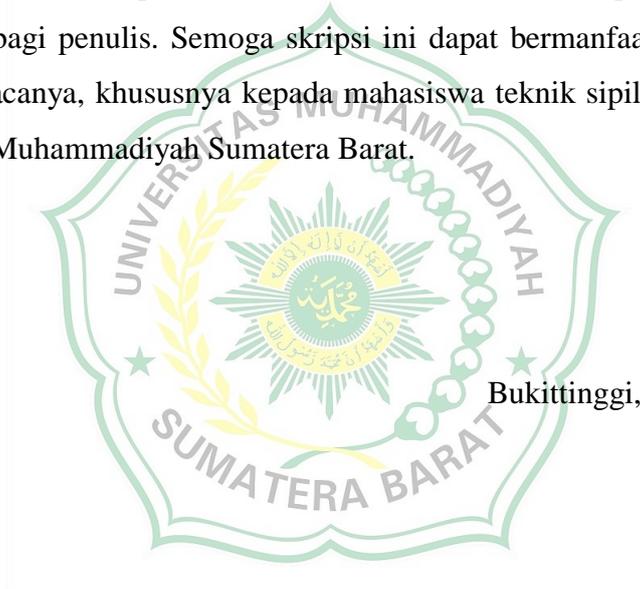
Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikannya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat (UM Sumatera Barat).

Penulisan menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan dan doa dari berbagai pihak, Skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini, yaitu kepada :

1. Bapak Masril, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat;
2. Bapak Hariyadi, S.Kom., M.Kom, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat;
3. Ibu Helga Yermadona, S.Pd., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat;
4. Ibu Ir. Ana Susanti Yusman, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Akademik;
5. Ibu Selpa Dewi, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan pengarahan, bimbingan, masukan maupun saran serta dorongan sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini;
6. Bapak Jhon Hafnil, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan pengarahan, bimbingan, masukan maupun saran serta dorongan sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini;

7. Dosen dan staf pengajar Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat yang telah memberikan bimbingan dan bekal ilmu serta dukungan dan motivasi selama masa pendidikan;
8. Kedua orang tua dan keluarga tercinta dan tersayang yang selalu memberikan dukungan baik moril maupun secara materil serta doa dan kasih sayang yang tak terhingga kepada peneliti dan teman-teman seperjuangan yang selalu ada dan saling memberikan semangat dalam proses penyusunan skripsi ini.
9. Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya, khususnya kepada mahasiswa teknik sipil di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.



Bukittinggi, 26 November 2023

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR NOTASI	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Dan Manfaat Penelitian	3
1.5 Sistematika Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum.....	5
2.1.1 Tinjauan Teori.....	5
2.1.2 tinjauan pustaka.....	5
2.2 Sistem Distribusi Air Bersih.....	7
2.2.1 Reservoir.....	7
2.2.2 Perpipaan distribusi.....	7
2.2.3 Pompa.....	8
2.3.4 Sistem Pengaliran Air Bersih	9
2.3 Kebocoran air.....	9
2.4 Sumber Air bersih.....	10
2.5 Persyaratan Dalam Penggunaan Air Bersih.....	10
2.5.1 Persyaratan Kualitas.....	10
2.5.2 Persyaratan Kuantitas	12

2.5.3	Persyaratan Kontinuitas	13
2.6	Fluktuasi Kebutuhan Air.....	14
2.7	Teori Dalam Analisis Data	16
2.7.1	Proyeksi jumlah penduduk.....	16
2.7.1.1	Metode aritmatika.....	17
2.7.1.2	Metode Geometrik.....	17
2.7.1.3	Metode Eksponensial.....	17
2.8	Aplikasi Epanet 2.0 dalam analisa jaringan distribusi air bersih...18	
2.8.1	umum	18
2.8.2	Kegunaan Program Epanet 2.0.....	18
2.8.3	Input Data Dalam Epanet 2.0.....	20
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1	Lokasi Penelitian.....	22
3.2	Data Penelitian.....	22
3.2.1	Jenis Dan Data Penelitian.....	22
3.2.2	Teknik Pengumpulan Data.....	23
3.3	Metode Analisis Data.....	23
3.4	Bagan Alir Penelitian.....	24
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1	Proyeksi jumlah penduduk di Kecamatan Ampek Nagari.....	25
4.1.1	Proyeksi jumlah penduduk dengan metode geometrik.....	26
4.1.2	Proyeksi jumlah penduduk dengan metode geometrik.....	26
4.1.3	Proyeksi jumlah penduduk dengan metode geometrik.....	27
4.2	Proyeksi Kebutuhan Air Bersih PDAM Tirta Antokan.....	28
4.2.1	Perhitungan perkiraan kebutuhan air bersih domestik.....	28
4.2.2	Perhitungan perkiraan kebutuhan air bersih non Domestik.....	31
4.2.3	Perhitungan perkiraan kehilangan air.....	32
4.2.4	Perhitungan perkiraan kebutuhan air total.....	33
4.2.5	Perhitungan perkiraan kebutuhan air rata-rata.....	35
4.2.6	Perhitungan perkiraan kebutuhan air maksimum.....	36
4.2.7	Perhitungan perkiraan kebutuhan air puncak.....	36

4.3	Analisa jaringan perpipaan dengan program epanet 2.0.....	39
BAB V PENUTUP.....		43
5.1	Kesimpulan.....	43
5.2	Saran	44

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

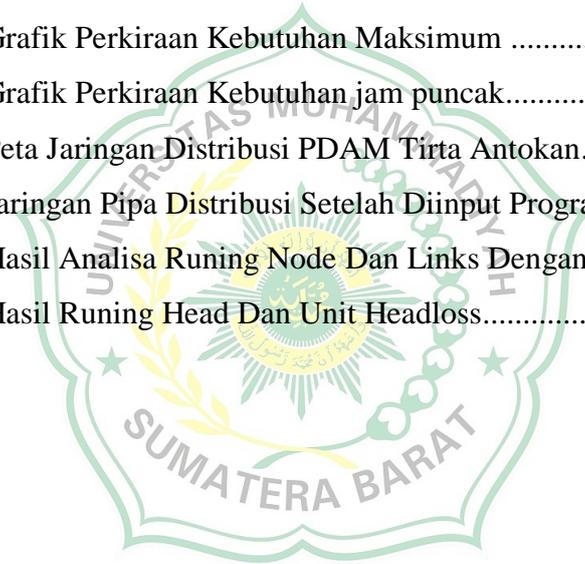


DAFTAR TABEL

No		Halaman
Tabel 2.1	Persyaratan Kualitas Air	12
Tabel 2.2	Kategori Tingkat Pelayanan Air Bersih	13
Tabel 2.3	Kategori Perencanaan Air Bersih.....	14
Tabel 2.4	Kekasaran Pipa.....	21
Tabel 4.1	Data Jumlah Penduduk Kecamatan Ampek Nagari	25
Tabel 4.2	Perhitungan Proyeksi Jumlah Penduduk Dengan Metode Geometrik.....	26
Tabel 4.3	Perhitungan Proyeksi Jumlah Penduduk Dengan Metode Aritmatika	27
Tabel 4.4	Perhitungan Proyeksi Jumlah Penduduk Dengan Metode Eksponensial	28
Tabel 4.5	Perhitungan Perkiraan Kebutuhan Domestik.....	29
Tabel 4.6	Perhitungan Perkiraan Kebutuhan Non Domestik	31
Tabel 4.7	Perhitungan Perkiraan Kehilangan Air Akibat Kebocoran..	32
Tabel 4.8	Perhitungan Perkiraan Kebutuhan Air Total.....	34
Tabel 4.9	Perhitungan Perkiraan Kebutuhan Air Rata-Rata	35
Tabel 4.10	Perhitungan Perkiraan Kebutuhan Air Maksimum	37
Tabel 4.11	Perhitungan Perkiraan Kebutuhan Jam Puncak	38
Tabel 4.12	Kapasitas Minimum Bak Penampung.....	39
Tabel 4.13	Hasil Analisa Pipa Eksisting	42
Tabel 4.14	Hasil Analisa <i>Junction</i> Eksisting	43

DAFTAR GAMBAR

No Gambar	Halaman
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	19
Gambar 3.2 Bagan Alir	22
Gambar 4.1 Grafik Perkiraan Kebutuhan Domestik.....	30
Gambar 4.2 Grafik Perkiraan Kebutuhan Non Domestik.....	31
Gambar 4.3 Grafik Perkiraan Kehilangan Air.....	33
Gambar 4.4 Grafik Perkiraan Kebutuhan air total.....	34
Gambar 4.5 Grafik Perkiraan Kebutuhan air rata-rata.....	36
Gambar 4.6 Grafik Perkiraan Kebutuhan Maksimum	37
Gambar 4.7 Grafik Perkiraan Kebutuhan jam puncak.....	38
Gambar 4.8 Peta Jaringan Distribusi PDAM Tirta Antokan.....	40
Gambar 4.9 Jaringan Pipa Distribusi Setelah Diinput Program Epanet 2.0.....	40
Gambar 4.10 Hasil Analisa Runing Node Dan Links Dengan Epanet 2.0.....	41
Gambar 4.11 Hasil Runing Head Dan Unit Headloss.....	41



DAFTAR NOTASI

a	=	Rata-rata Pertambahan Penduduk (Juta/Tahun)
BPS	=	Badan Pusat Statistik
C	=	Koefisien Hazen-William.
d	=	Diameter pipa dalam (m)
e	=	Bilangan eksponensial yang besarnya 2,71828
hL	=	Headloss mayor (m)
L	=	Panjang pipa (m)
n	=	Kurun Waktu Proyeksi
PDAM	=	Perusahaan Daerah Air Minum
Pn	=	Jumlah Penduduk Tahun Proyeksi
Po	=	Jumlah Penduduk Awal Tahun Dasar
Qa	=	Kehilangan Air
Qd	=	Kebutuhan Air Domestik
Qm	=	Kebutuhan Maksimum
Qn	=	Kebutuhan Air Non Domestik
Qp	=	Kebutuhan Puncak
Qr	=	Kebutuhan Air Rata-Rata (ltr/hari)
r	=	Rata-rata pertumbuhan penduduk (%)
r	=	Rasio
S	=	Kemiringan Lahan
SPAM	=	Sistem Penyediaan Air Minum
SR	=	Sambungan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok yang tidak dapat dipisahkan dari makhluk hidup. Itu sebabnya ketersediaannya sangat penting. Pemanfaatannya tidak hanya terbatas pada kebutuhan dalam negeri saja, namun juga pada struktur masyarakat, sosial, dan ekonomi. Air bersih yang digunakan sehari-hari harus berkualitas air minum yang baik agar dapat digunakan sesuai dengan standar air minum di Indonesia dalam Peraturan Pemerintah (PP) No. 82 tahun 2001.

PDAM Tirta Antokan Kabupaten Agam didirikan pada tanggal 25 Desember 1989 berdasarkan Peraturan Daerah Tingkat II Kabupaten Agam No 3 tahun 1989 tentang Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Perusahaan ini menyediakan sarana pendistribusian air bersih yaitu Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) yang memberikan pelayanan terbaik kepada masyarakat. PDAM Tirta Antokan Kabupaten Agam melayani 9 Wilayah yang meliputi: Lubuk Basung, Baso, Matur, IV Angkek, IV Koto, Kecamatan Ampek Nagari, Tiku, Sungai Pua, dan Maninjau. Pada pelayanan wilayah tersebut khususnya Kecamatan Ampek Nagari yang dilayani oleh PDAM Tirta Antokan Kabupaten Agam. Kecamatan Ampek Nagari merupakan wilayah dengan luas 268,69 km² yang memiliki batas-batas wilayah meliputi Kecamatan Palembayan dan Kabupaten Pasaman di utara, Kecamatan Lubuk Basung di selatan, Kecamatan Tanjung Mutiara dan Kecamatan Palembayan di timur.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2023 Jumlah penduduk di Kecamatan Ampek Nagari mencakup 30,375 jiwa dengan Sambungan Rumah (SR) yang terlayani sekitar 955 unit, panjang pipa distribusi yang terpasang 17.750 m. Berdasarkan data tersebut masih kecilnya data pelanggan PDAM Tirta Antokan di Kecamatan Ampek Nagari. PDAM Tirta Antokan mengandalkan sumber air baku yang berasal dari sungai Balai Badak. Dilihat dari kondisi eksisting di Kecamatan Ampek Nagari adanya beberapa penyebab yaitu kehilangan air bersih yang masih tinggi, kebocoran jaringan pipa, serta masyarakat masih banyak yang belum terlayani oleh PDAM Tirta Antokan.

Supaya masyarakat Kecamatan Ampek Nagari dapat terlayani kebutuhan air bersihnya maka ditingkatkan melalui program atau kegiatan yang dilakukan oleh PDAM Tirta Antokan. Epanet versi 2.0 menjadi perangkat lunak yang umum dipakai dalam mengatasi permasalahan yang terjadi dalam sistem pendistribusian air bersih.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis bertujuan untuk melakukan evaluasi jaringan pipa distribusi air bersih di Kecamatan Ampek Nagari dengan memprediksi kebutuhan air bersih yang diperlukan oleh masyarakat Kecamatan Ampek Nagari dari tahun 2023 sampai dengan tahun 2037. Dengan pemikiran diatas maka skripsi ini diberi judul “ **Evaluasi Sistem Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Di Kecamatan Ampek Nagari Kabupaten Agam**”.

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa rumusan permasalahan yang penting berdasarkan latar belakang dapat dibahas yaitu:

1. Bagaimana kondisi eksisting sistem distribusi air bersih di Kecamatan Ampek Nagari tahun 2023 dan 5 tahun sebelumnya dari tahun 2018-2022?
2. Berapakah kebutuhan air bersih masyarakat Kecamatan Ampek Nagari 15 tahun kedepan dari tahun 2023-2037 ?
3. Berapa jumlah panjang pipa distribusi yang terpasang?

1.3 Batasan Masalah

1. Daerah yang ditinjau adalah Kecamatan Ampek Nagari.
2. Menganalisa kebutuhan air bersih Kecamatan Ampek Nagari untuk 15 tahun kedepan dari tahun 2023-2037.
3. Mengevaluasi kondisi eksisting menggunakan Epanet versi 2.0.
4. Mengetahui jumlah panjang pipa distribusi yang terpasang.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah.

1. Untuk mengetahui kondisi eksisting sistem distribusi air bersih di Kecamatan Ampek Nagari.
2. Untuk mengetahui kebutuhan air bersih masyarakat Kecamatan Ampek Nagari untuk 15 tahun mendatang dari tahun 2023-2037.
3. Mengetahui jumlah panjang pipa distribusi yang terpasang.

Terdapat beberapa manfaat yang diharapkan peneliti dalam penulisan skripsi ini yaitu:

1. Bermanfaat sebagai bahan penunjang bagi PDAM Tirta Antokan Kabupaten Agam di masa mendatang pelayanan air bersih menjadi lebih baik.
2. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai salah satu referensi terkait dengan sistem jaringan pipa.
3. Dapat menambah wawasan lebih dalam mengenai sistem jaringan pipa pendistribusian air bersih bagi peneliti dan khususnya mahasiswa Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

1.5 Sistematika Penelitian

Secara umum sistematika dalam penulisan penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang penjelasan umum mengenai materi pembahasan penelitian yang terdiri latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tentang kajian literatur yang berkaitan dengan masalah yang dikaji dalam penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini pada dasarnya menjelaskan rencana dan prosedur penelitian seperti menyajikan bagian alur penelitian, tinjauan umum, pengumpulan data untuk memperoleh jawaban yang sesuai dengan permasalahan atau tujuan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan tentang perhitungan-perhitungan analisa pertumbuhan penduduk, proyeksi jumlah penduduk, kebutuhan air dan hidrolis pengairan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan beberapa kesimpulan serta saran dari hasil penulisan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

2.1.1 Tinjauan Teori

Effendi dalam Ikhtiar, 2017 Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk memenuhi hajat hidup orang banyak, bahkan oleh semua makhluk hidup. Oleh karena itu, sumber daya air harus dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta makhluk hidup yang lain. Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijaksana, dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang maupun generasi mendatang.

Berdasarkan Kepmenkes RI No.1405/Menkes/SK/IX/2002 “Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri” terdapat pengertian air bersih yaitu air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat di minum apabila di masak.

Sedangkan berdasarkan Permenkes RI No.16 Tahun 2005 “Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum” pengertian air minum adalah air minum rumah tangga yang melalui proses pengolahan dan tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum

2.1.2 Tinjauan Pustaka

Adi Marta (2021) dalam “Kebutuhan Air Minum Nagari Malampah Kecamatan Tigo Nagari Kabupaten Pasaman”, menyimpulkan bahwa dari hasil penelitian kebutuhan air non domestik existing sebesar 165.700 lt/hari, debit air baku sebesar 302 lt/dtk dengan rencana dimensi intake $7 \times 3,5 \times 3$ m. Rencana pipa yang akan dipasang untuk pipa GI diameter 300 mm sepanjang 3.047 m, pipa GI diameter 250 mm sepanjang 1.142 m, pipa HDPE diameter 250 mm sepanjang 2.787 m, pipa HDPE diameter 200 mm

sepanjang 7.375 m, pipa HDPE diameter 150 mm 5.865 m, pipa HDPE 100 mm sepanjang 1.235 m, sedangkan pipa HDPE diameter 75 mm sepanjang 5.072 mm. Jadi total pipa yang akan dipasang sepanjang 23.477 m.

Darmadi, 2019 Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih (Studi Kasus Di Kecamatan Koto Tengah Kota Padang) “menyimpulkan Sistem distribusi untuk eksisting tidak mencukupi Total Kebutuhan harian rata-rata pada tahun 2017 adalah 27.564.485,416 ltr/hr, kebutuhan maksimum 382,84 ltr/dt. 2. kebutuhan harian rata-rata pada tahun 2022 adalah 29.275.510,42 ltr/hr, kebutuhan maksimum 406,604 ltr/dt. PDAM belum dapat mengalirkan air secara kontinu pada pelanggan karena banyak pelanggan yang tidak mendapat air pada saat jam puncak.

Billy Willyam (2019) dalam “Tinjauan Kebutuhan Air Bersih dan Pendistribusian pada Kelurahan Sri Meranti Kecamatan Rumbai”, menyimpulkan bahwa dari hasil tinjauan diperoleh tingkat pertumbuhan penduduk di Kelurahan Sri Meranti Kecamatan Rumbai meningkat sebesar 12,22%. Jumlah penduduk tahun 2017-2022 sebesar 212,181 jiwa dan total kebutuhan air bersih sebesar 14.208640,84 lt/hari.

Goberth Atto Sarungallo, Eka Wardhani (2016) ”Evaluasi sistem jaringan distribusi air bersih di kecamatan pontianak selatan kota pontianak provinsi kalimantan barat”, menyimpulkan Berdasarkan hasil evaluasi software epanet 2.0 pada jaringan eksisting diketahui terdapat 46 node yang memiliki sisa tekan di bawah standar departemen pekerjaan umum cipta karya tahun 1998. Dibutuhkan perbaikan untuk 30% pipa dikarenakan diameter pipa 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.

Riski Andreas Juvano (2019) dalam “Tinjauan Perencanaan Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih di Kenagarian Taram Kecamatan Harau”, menyimpulkan bahwa dari hasil penelitian didapatkan kebutuhan air harian

maksimum dan jam puncak pada Kenagarian Taram pada tahun 2020 dengan kebutuhan harian maksimum sebesar 0,6516 lt/dtk dan pada saat jam puncak sebesar 0,9123 lt/dtk. Pertumbuhan penduduk dengan analisis aritmatika dan 9 geometrik pada tahun 2020 proyeksi rata-rata terdapat 8.598 jiwa dan diasumsikan untuk 10 tahun yang akan datang pada tahun 2030 dengan data 10.007 jiwa sedangkan nilai pipa untuk menyalurkan ke layanan dengan pipa transmisi dan pipa distribusi dengan total 7.428 m. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa air bersih di Kenagarian Taram dapat memenuhi dan mencukupi kebutuhan air bersih sehari-hari masyarakat.

2.2 Sistem Distribusi Air Bersih

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.

2.2.1 Reservoir

Berdasarkan elevasinya reservoir dapat dibedakan menjadi:

1. Ground Reservoir

Jika tinggi muka air lebih rendah dari daerah pelayanan diperlukan pompa untuk menaikkan tekanan. Posisi diatur berdasarkan posisi instalasi.

2. Elevated Reservoir

Jika muka air di daerah pelayanan lebih tinggi dan tekanan cukup. Elevated reservoir ditempatkan pada posisi yang tinggi atau sebagai menara air. Penentuan kapasitas reservoir berdasarkan grafik fluktuasi pemakaian air dapat dihitung dengan persamaan (Al-layla,1978):

2.2.2 Perpipaan distribusi

Sistem perpipaan yang digunakan biasanya disesuaikan dengan karakteristik daerah pelayanan. Secara umum, pipa-pipa dalam sistem distribusi terdiri dari (Karunia, 2013):

1. Pipa induk

Merupakan pipa distribusi pada jaringan terluar yang menghubungkan blok-blok pelayanan dalam kota dari reservoir ke seluruh jaringan utama. Dengan demikian dalam pemilihan pipa induk haruslah yang mempunyai ketahanan tinggi terhadap tekanan. Pipa ini tidak bisa dipakai untuk melayani tapping/penyadapan ke rumah-rumah.

2. Pipa cabang

Pipa cabang digunakan untuk menyedot air langsung dari pipa induk untuk dialirkan ke suatu blok pelayanan. Pipa ini berhubungan dengan pipa servis dan diameternya ditentukan berdasarkan banyaknya pipa servis yang berhubungan dengan pipa cabang tersebut. Dalam pemilihan pipa ini, sebaiknya sama dengan mutu pipa induk.

3. Pipa servis

Pipa servis yaitu pipa yang menghubungkan penyadapan air dari pipa induk ke meter air pengguna.

2.2.3 Pompa

Pompa dikelompokkan atas 3 jenis yaitu:

1. Jenis putar, seperti pompa sentrifugal, mixed flow axial dan regenerative;
2. Jenis langkah positif, seperti pompa torak, pompa sudut, dan pompa tangan;
3. Jenis khusus, seperti pompa wartex, gelembung uap, dan pompa jet.

Jenis pompa yang paling banyak digunakan adalah pompa jenis putar, karena:

- a. Ukurannya lebih kecil dan ringan;
- b. Dapat memompa terus menerus;
- c. Bekerja tanpa gejolak;
- d. Konstruksi sederhana dan mudah dioperasikan.

2.2.4 Sistem Pengaliran Air Bersih

Untuk mendistribusikan air minum kepada konsumen dengan kuantitas, kualitas dan tekanan yang cukup memerlukan sistem perpipaan main distributor secondary distributor R19 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. Sistem pengaliran yang dipakai adalah sebagai berikut:

a. 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.

b. 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.

c. 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

2.3 Kebocoran air

Kebocoran air merupakan komponen mayor dari kebutuhan air. Di negara berkembang kebocoran air bisa mencapai lebih dari 50% dari suplai air (produksi) yang ada. Untuk penentuan kebutuhan air maka analisa kebocoran air perlu dilakukan. Karena meningkatnya biaya pengadaan air bersih dan kebutuhan akan air bersih terjadi serentak. Definisi kebocoran air adalah dimana adanya perbedaan antara jumlah air yang diproduksi oleh produsen air dan jumlah yang terjual.

2.4 Sumber Air bersih

Sumber air bersih adalah tempat atau wadah air alami/ buatan yang terjadi diatas maupun dibawah permukaan tanah. Sumber air bersih diperoleh dari berbagai sumber berikut:

1. Air hujan yang meresap kedalam tanah

Pemanfaatan air hujan sebagai sumber air bersih untuk kebutuhan sehari-hari individu perorangan/kelompok/pemerintah, biasanya dibuat sumur dan tangki air untuk menyimpan air bersih guna memenuhi kebutuhan hidup tersebut.

2. Air danau

Air danau yang melalui proses *treatment* terlebih dahulu dapat digunakan untuk kehidupan sehari-hari. Air danau sebagai sumber air bersih dibendung untuk menyimpan air yang dapat digunakan pada saat musim kering.

3. Air sungai

Banyak sungai di Indonesia, tetapi hanya sedikit jumlah yang airnya dapat langsung dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari. Oleh karena itu, sebelum di manfaatkan air sungai perlu di proses *treatment* dahulu, yang disebut *river water treatment*.

2.5 Persyaratan Dalam Penyediaan Air Bersih

2.5.1 Persyaratan Kualitas

Persyaratan kualitas menggambarkan mutu atau kualitas dari air baku air bersih. Persyaratan ini meliputi persyaratan fisik, persyaratan kimia, persyaratan biologis dan persyaratan radiologis.

Persyaratan kualitas menggambarkan mutu atau kualitas dari air baku air bersih. Persyaratan ini meliputi persyaratan fisik, persyaratan kimia, persyaratan biologis dan persyaratan radiologis. Syarat-syarat tersebut berdasarkan Permenkes No.416/Menkes/PER/IX/1990 dinyatakan bahwa persyaratan kualitas air bersih adalah sebagai berikut:

1. Persyaratan fisik

Secara fisik air harus bening, tidak berasa dan tidak bau. Untuk suhu air bersih sebaiknya sama dengan suhu udara atau kurang lebih 25°C.

2. Persyaratan kimiawi

Air bersih tidak boleh mengandung bahan-bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas. Beberapa persyaratan kimia untuk air bersih antara lain: pH, kalsium (Ca), besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn), tembaga (Cu), chlorida (Cl), fluorida (F), nitrit serta logam berat.

3. Persyaratan bakteriologis

Air minum tidak boleh mengandung bakteri patogen dan parasit yang dapat mengganggu kesehatan. Persyaratan bakteriologis ini adalah dengan tidak adanya bakteri *E. coli* dalam air.

Untuk lebih jelasnya persyaratan kualitas air dapat dilihat pada tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Persyaratan Kualitas Air

No	Jenis parameter	satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter mikrobiologis		
	1) E. coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total bakteri coliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia anorganik	Mg/l	
	1) Arsen	Mg/l	0,01
	2) Fluorida	Mg/l	1,5
	3) Total kromium	Mg/l	0,05
	4) Kadmium	Mg/l	0,003
	5) Nitrat, (sebagai NO ₂)	Mg/l	3
	6) Nitrat, (sebagai NO ₃)	Mg/l	50
	7) Sianida	Mg/l	0,07
	8) Selenium	Mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. parameter fisik		
	1) bau		Tidak berbau
	2) warna	TCU	15
	3) total zat padat terlarut	Mg/l	500
	4) kekeruhan	NTU	5
	5) rasa		Tidak berbau
	6) suhu	°C	Suhu udara ± 3
	b. parameter kimiawi		
	1) aluminium	Mg/l	0,2
	2) besi	Mg/l	0,3
	3) kesadahan	Mg/l	500
	4) khlorida	Mg/l	250
	5) mangan	Mg/l	0,4
	6) ph		6,5-8,5
	7) seng	Mg/l	3
	8) sulfat	Mg/l	250
	9) tembaga	Mg/l	2
	10) amonia	Mg/l	1,5

Sumber : Permenkes No.492/Menkes/Per/IV/2010

2.5.2 Persyaratan Kuantitas

Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih adalah 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 dapat ditinjau dari standar debit air bersih yang dialirkan ke konsumen sesuai dengan jumlah kebutuhan air bersih. Besarnya konsumsi air berdasarkan kategori pelayanan dapat dilihat pada tabel 2.2 sebagai berikut.

Tabel 2.2 Kategori Tingkat Pelayanan Air Bersih

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 Dirjen Cipta Karya, 2007

2.5.3 Persyaratan Kontinuitas

Persyaratan Kontinuitas untuk penyediaan air bersih sangat erat hubungannya dengan air yang tersedia, yaitu air baku untuk air bersih harus dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan. Kontinuitas juga dapat diartikan bahwa air bersih harus tersedia 24 jam per hari, atau setiap saat diperlukan dan kebutuhan air tersedia. Standar perencanaan kebutuhan air bersih domestik kota dibagi dalam beberapa kategori seperti yang terlihat pada tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2.3 Kategori Perencanaan Air bersih

No	Uraian	Kategori kota berdasarkan jumlah penduduk (jiwa)				
		>1000.000	500.000 s/d 1000.000	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	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 di jaringan 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

*) 60% perpipaan, 30% non perpipaan

**) 25% perpipaan, 45% non perpipaan

Sumber : Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum, 2000

2.6 Fluktuasi Kebutuhan Air

Masyarakat Indonesia pada umumnya melakukan aktivitas penggunaan air pada pagi dan sore hari dengan konsumsi air yang lebih banyak daripada waktu-waktu lainnya. Keseluruhan aktivitas dan konsumsi sehari tersebut dapat diketahui pemakaian rata-rata air. Dengan memasukan besarnya faktor kehilangan air ke

dalam kebutuhan dasar, maka selanjutnya dapat disebut sebagai fluktuasi kebutuhan air.

Pada umumnya kebutuhan air dibagi dalam enam kelompok

1. Analisis kehilangan air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter. Angka persentase kehilangan air untuk perencanaan sistem penyediaan air bersih pedesaan yaitu sebesar 20%.

Perhitungan debit kehilangan air:

$$Q_a = (Q_d + Q_n) \times 20\% \dots\dots\dots(2.1)$$

2. Analisis kebutuhan air total

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air.

Perhitungan kebutuhan air total:

$$Q_r = Q_d + Q_n + Q_a \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

- Q_r = kebutuhan air rata-rata (ltr/hari)
- Q_d = kebutuhan air domestik
- Q_n = kebutuhan air non domestik
- Q_a = kehilangan air

3. Kebutuhan pada jam puncak dan harian maksimum

Kebutuhan pada jam puncak dan harian maksimum sangat diperlukan dalam perhitungan besarnya kebutuhan air baku, karena hal ini menyangkut kebutuhan pada hari-hari tertentu dan pada jam puncak pelayanan. Sehingga penting mempertimbangkan suatu nilai koefisien untuk keperluan tersebut. Kebutuhan air harian maksimum dan jam puncak dihitung berdasarkan kebutuhan dasar dan nilai kebocoran dengan pendekatan sebagai berikut. (Soufyan & Takeo,2015)

$$Q_p = 1,1 \times Q_t \dots\dots\dots(2.3)$$

$$Q_m = 1,5 \times Q_t \dots\dots\dots(2.4)$$

4. Perhitungan reservoir

Reservoir adalah tempat penampung air bersih, pada sistem penyediaan air bersih. Umumnya reservoir ini diperlukan pada suatu sistem penyediaan bersih yang melayani suatu tempat penyediaan air bersih. Dalam perencanaan instalasi suplai air bersih di Kecamatan Ampek Nagari diperkirakan kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan jumlah penduduk tersebut dengan menghitung jumlah luas lantai yang akan mengetahui luas total dan luas efektivitas lantai pada reservoir dan menggunakan asumsi pemakaian air dingin minimum sesuai penggunaan berdasarkan data yang diperoleh setelah melakukan pengambilan data di lapangan.

5. Kebutuhan air rata-rata

Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas ekonomi masyarakat, kebutuhan air juga mengalami peningkatan baik dari sisi jumlah maupun mutu, kebutuhan air spesifikat perkapita bervariasi dan dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain budaya atau kebiasaan, tingkat ekonomi, tingkat pendidikan, kesadaran lingkungan, ketersediaan air, harga air dan musim/cuaca. Kebutuhan air per kapita rata-rata penduduk di kenagarian Batu Kambing diketahui dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air rata-rata} &= \text{kebutuhan air total} + \text{kehilangan air} \\ &= Q_t + Q_a \dots\dots\dots (2.5) \end{aligned}$$

6. Kapasitas minimum bak penampung

Reservoir merupakan bangunan penampung air minum sebelum dilakukan pendistribusian ke pelanggan atau masyarakat, yang dapat ditempatkan dibawah tanah atau diatas tanah dalam bentuk menara atau tower. Bangunan reservoir umumnya diletakkan di dekat jaringan distribusi pada ketinggian yang cukup untuk mengalirkan air secara baik dan merata ke seluruh konsumen.

Perhitungan kapasitas minimum bak penampung (Reservoir):

$$\text{Kapasitas minimum} = \text{kebutuhan harian puncak} \times 20\%$$

2.7 Teori Dalam Analisis Data

2.7.1 Proyeksi jumlah penduduk

Pertumbuhan penduduk adalah perubahan jumlah penduduk baik penambahan maupun penurunannya yang tingkat pertumbuhan penduduk suatu wilayah atau negara dalam suatu jangka waktu tertentu, dinyatakan dalam bentuk persentase.

Badan Pusat Statistik (2010) Proyeksi jumlah penduduk dilakukan agar mengetahui pertumbuhan penduduk setiap tahunnya yang bertujuan untuk memperkirakan jumlah air yang dibutuhkan pada masa mendatang. Proyeksi jumlah penduduk dapat dilakukan melalui metode sebagai berikut :

2.7.1.1 Metode aritmatika

Metode ini digunakan apabila terjadi penambahan populasi secara periodik dan relatif konstan. Secara matematis metode ini dapat ditulis seperti persamaan berikut

$$P_n = p_0 + r \cdot n \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana

P_n = jumlah penduduk tahun proyeksi

P_0 = jumlah penduduk awal tahun dasar

r = rata-rata penambahan penduduk (juta/tahun)

n = kurun waktu proyeksi

2.7.1.2 Metode geometrik

Metode geometrik digunakan apabila jumlah penduduk peningkatannya menunjukkan angka yang relatif sama dari waktu ke waktu. Secara matematis metode ini dapat ditulis seperti persamaan berikut:

$$P_n = P_0 \cdot (1+r)^n \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana:

P_n = jumlah penduduk tahun proyeksi

P_0 = jumlah penduduk awal tahun dasar

r = rata-rata pertumbuhan penduduk (%)

n = selisih antara tahun proyeksi dan tahun dasar

2.7.1.3 Metode eksponensial

Secara matematis metode ini dapat ditulis seperti persamaan berikut :

$$P_n = P_o \times e^{r \cdot n} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

P_n = jumlah penduduk tahun proyeksi

P_o = jumlah penduduk awal tahun dasar

r = rata-rata pertumbuhan penduduk

e = bilangan eksponensial yang besarnya 2,71828

2.8 Aplikasi Epanet 2.0 dalam Analisa Jaringan Distribusi Air Bersih

2.8.1 Umum

Dalam melakukan analisa jaringan perpipaan distribusi air bersih, dibutuhkan perangkat bantuan untuk mempermudah dalam melakukan analisa. Perangkat yang biasa digunakan seperti program Epanet 2.0, WaterCad 8.0, dan pipe Flow Expert 2010. Namun, diantara software-software tersebut, software Epanet yang paling mudah digunakan karena tidak memerlukan spesifikasi komputer yang tinggi (Al Amin, 2011).

Epanet adalah suatu perangkat lunak yang dikembangkan oleh Divisi Riset Air Minum dari EPA (Environmental Protection Agency) Amerika Serikat yang mensimulasikan pemodelan hidraulik dan kualitas air pada suatu sistem jaringan distribusi. Jaringan distribusi terdiri dari titik/node/junction pipa, pompa, katup dan reservoir. Di dalam pemodelan jaringan distribusi air, langkah pertama dimasukkan data-data tersebut diatas kemudian kondisi di awalnya, estimasi penggunaan air dan suatu set sistem pengoperasian distribusi air yang diinginkan. Selanjutnya program Epanet akan memprediksi arah dan debit aliran di tiap pipa, tekanan di tiap node, tinggi air di dalam tangki dan konsentrasi bahan kimia di sepanjang jaringan selama periode simulasi dilakukan.

Menurut Ramana, sudheer dan Rajasekhar (2015), keunggulan dari penggunaan software Epanet 2.0 untuk analisa jaringan distribusi adalah laju aliran dalam jaringan diperoleh dengan metode linear dan kehilangan tekanan

akibat gesekan dihitung dengan menggunakan rumus Darcy-Weisbach atau Manning. Selain itu Software ini juga memiliki kemampuan dalam mempertimbangkan minor losses, dapat menduplikasi tuntutan yang bervariasi dari waktu ke waktu, serta dapat menangani pola permintaan yang berbeda di setiap node.

2.8.2 Kegunaan Program Epanet 2.0

Adapun kegunaan program Epanet yaitu:

1. Didesain sebagai alat untuk mengetahui perkembangan dan pergerakan air serta degradasi unsur kimia yang ada dalam air pipa distribusi.
2. Dapat digunakan sebagai dasar analisa dan berbagai macam sistem distribusi, detail desain, model kalibrasi hidrolik, analisa sisa klor dan berbagai unsur lainnya.
3. Dapat membantu menentukan alternatif strategis manajemen dan sistem jaringan pipa distribusi air bersih seperti:
 - a. Sebagai penentuan alternatif sumber / instalasi, apabila terdapat banyak sumber / instalasi.
 - b. Sebagai simulasi dalam menentukan alternatif pengoperasian pompa dalam melakukan pengisian reservoir maupun injeksi ke sistem distribusi.
 - c. Digunakan sebagai pusat treatment seperti dimana dilakukan proses klorinasi, baik di instalasi maupun dalam sistem jaringan.
 - d. Dapat digunakan sebagai penentuan prioritas terhadap pipa yang akan dibersihkan/ diganti.

Epanet merupakan analisis hidrolis yang terdiri dari:

1. Analisis ini tidak dibatasi oleh letak lokasi jaringan.
2. Kehilangan tekanan akibat gesekan (friction) dihitung dengan menggunakan persamaan Hazen-Williams, Darcy-Weisbach atau ChezyManning formula.
3. Disamping mayor losses, minor losses (kehilangan Tekanan di bend, elbow, fitting) dapat dihitung.
4. Model konstanta atau variabel kecepatan pompa.
5. Perhitungan energi dan biaya pompa.

6. Berbagai tipe model valve yang dilengkapi dengan shut off, check. Pressure regulating dan valve yang dilengkapi dengan kontrol kecepatan.
7. Reservoir dalam berbagai bentuk dan ukuran.
8. Faktor fluktuasi pemakaian air.
9. Sebagai dasar operating system untuk mengontrol level air di reservoir dan waktu.

Epanet juga memberikan analisa kualitas air:

1. Model pergerakan unsur material non reaktif yang melalui jaringan tiap saat.
2. Model perubahan material reaktif dalam proses desinfektan dan sisa klor.
3. Model unsur air yang mengalir dalam jaringan.
4. Model reaksi kimia sebagai akibat pergerakan air dan dinding pipa.

2.8.3 Input Data dalam Epanet 2.0

Data data yang dibutuhkan dalam Epanet 2.0 sangat penting sekali dalam proses analisa, evaluasi dan simulasi jaringan air bersih berbasis epanet. Input data yang dibutuhkan adalah:

1. Peta jaringan
2. Node/junction/titik dari komponen distribusi.
3. Elevasi
4. Panjang pipa distribusi
5. Diameter dalam pipa
6. Jenis pipa yang digunakan
7. Umur pipa
8. Jenis sumber (mata air, sumur bor, IPAM, dan lain lain)
9. Spesifikasi pompa (bila menggunakan pompa)
10. Bentuk dan ukuran reservoir.
11. Beban masing-masing node (besarnya tapping).
12. Faktor fluktuasi pemakaian air.
13. Konsentrasi klor di sumber.

Output yang dihasilkan diantaranya adalah :

1. Hidrolik head masing - masing titik.
2. Tekanan dan kualitas air. (Epanet 2.0 Users Manual) Dalam menghitung kehilangan tekanan pada aplikasi ini menggunakan rumus Hazen-William. Secara umum rumus Hazen-William adalah sebagai berikut:

$$hL = \frac{Q}{0,2785.c}$$

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 2.4

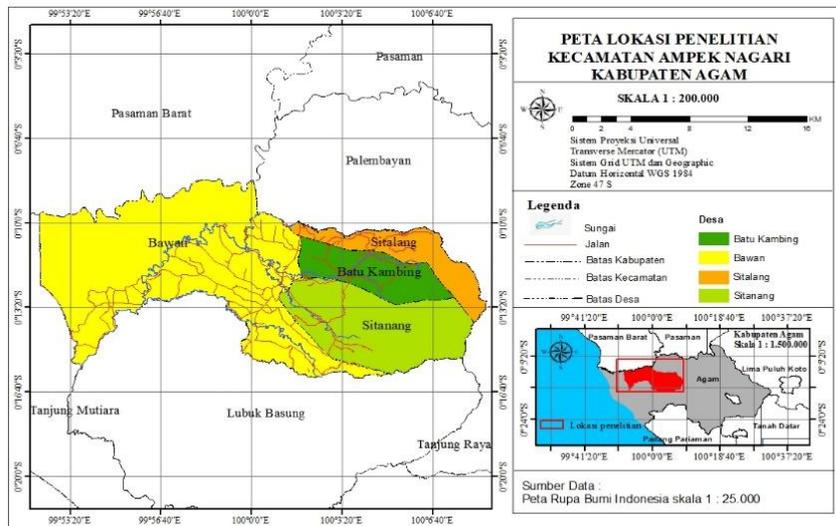
Tabel 2.4 Kekasaran pipa pada koefisien Hazen-William.

No	Jenis Material Pipa	Nilai C
1	Asbes Cement	120
2	Poly Vinil 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

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Kecamatan Ampek Nagari Kabupaten Agam. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 3.1 :



Gambar 3.1 Peta lokasi Penelitian
Sumber : Badan Pusat Statistik (2023)

3.2. Data penelitian

3.2.1 Jenis dan Sumber Data

1. Data primer

Penelitian ini didapatkan dengan melakukan pengamatan ke lokasi atau lapangan, data yang didapat berupa.

- a. Data jumlah SR tahun 2018-2022
- b. Data penggunaan air bersih 2018-2022
- c. Data jumlah produksi tahun 2018-2022
- d. Data debit air bersih 2018-2022
- e. Data kehilangan air tahun 2018-2022
- f. Data kebocoran air dari tahun 2018-2022
- g. Peta sumber air baku

Data primer ini digunakan untuk mendapatkan informasi mengenai kebutuhan air bersih yang disalurkan dengan jaringan perpipaan kepada masyarakat setempat.

2. Data Sekunder

Data ini biasanya didapatkan dari sumber terpercaya seperti, jurnal, buku, wawancara kepada orang lain maupun dari instansi terkait. Data yang didapat berupa data jumlah penduduk tahun 2012-2022.

3.2.2 Teknik pengumpulan data

Teknik ini menjadi hal yang sangat diperlukan dalam penelitian. Tujuan utama yang perlu ditetapkan oleh peneliti yaitu untuk memenuhi standar data. Dalam proses penyusunan skripsi ini adapun tahap yang dilakukan oleh peneliti yaitu.

a. Metode observasi

Metode ini merupakan jenis pengumpulan data yang didapatkan secara langsung setelah melakukan pengamatan atau survey dilokasi penelitian

b. Metode dokumentasi

Metode ini merupakan proses pengumpulan gambar atau dokumen melalui elektronik (HP). Dokumentasi sangat diperlukan untuk kepentingan data yang lain.

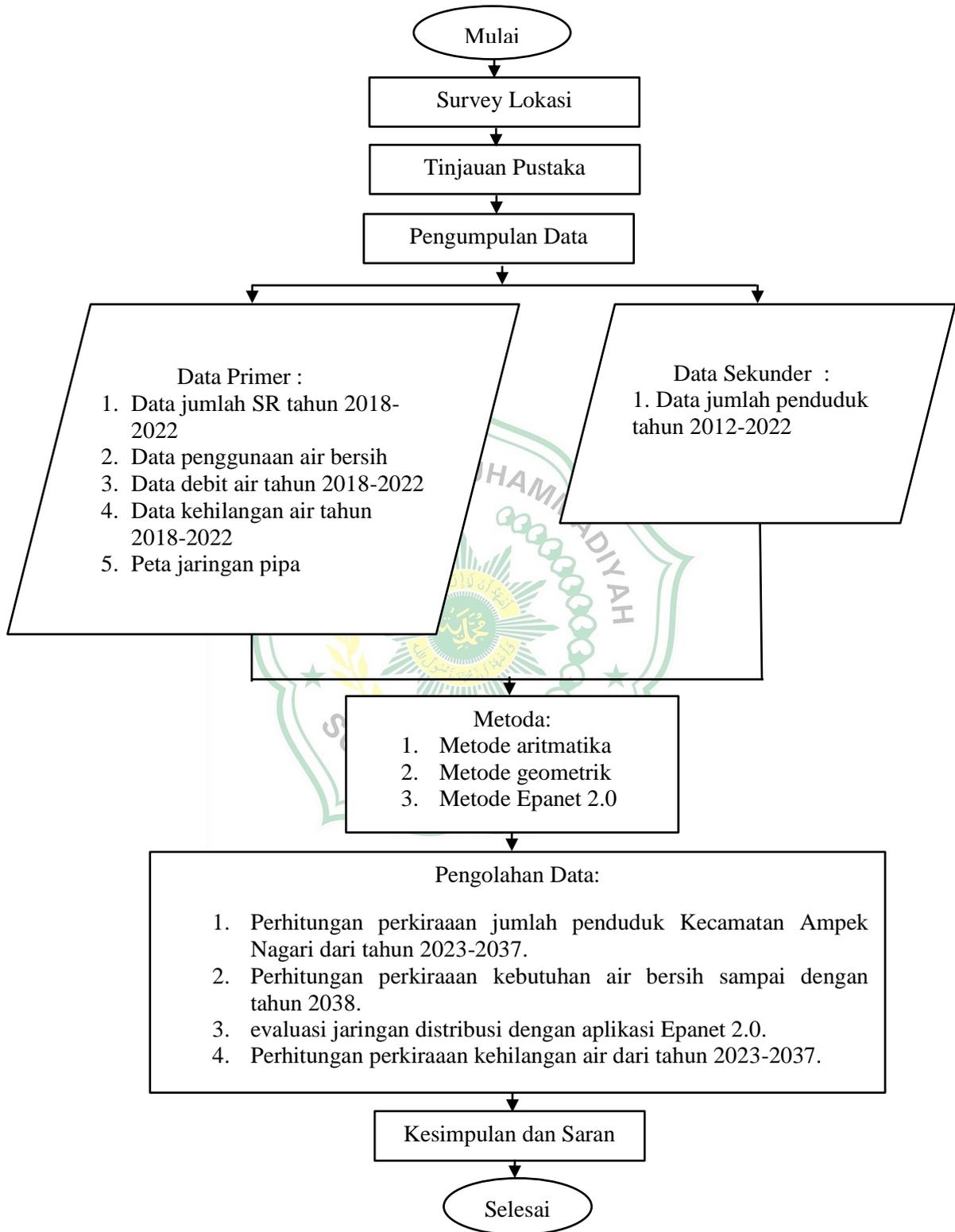
3.3 Metode analisis data

Tahap penelitian dalam analisis perhitungan yang dilakukan ini berdasarkan data-data primer dan sekunder yang diperoleh dari PDAM Tirta Antokan Kabupaten Agam. Adapun dalam proses perhitungannya sebagai berikut:

1. Perhitungan perkiraan jumlah penduduk Kecamatan Ampek Nagari dari tahun 2023-2037.
2. Perhitungan perkiraan kebutuhan air bersih dari tahun 2023 sampai dengan tahun 2037.
3. Perhitungan perkiraan kehilangan air dari tahun 2023-2037.
4. Melakukan evaluasi jaringan distribusi dengan aplikasi Epanet 2.0.

3.4 Bagan Alir Penelitian

Untuk lebih jelasnya berikut ini adalah bagan alir pelaksanaan penelitian.



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Proyeksi jumlah penduduk di Kecamatan Ampek Nagari

Proyeksi jumlah penduduk Kecamatan Ampek Nagari 15 tahun kedepan dihitung dengan menggunakan metode aritmatika, metode geometri dan eksponensial. Data yang diperlukan yaitu jumlah penduduk yang diambil dari data Badan Pusat Statistik Kecamatan Ampek Nagari dari tahun 2012-2022.

Data jumlah penduduk kecamatan ampek nagari selama 10 tahun terakhir dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut

Tabel 4.1 Data Jumlah Penduduk Kecamatan Ampek Nagari

No	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)
1	2012	23,596
2	2013	23,786
3	2014	24,742
4	2015	25,114
5	2016	25,298
6	2017	25,736
7	2018	26,182
8	2019	26,619
9	2020	28,778
10	2021	30,230
11	2022	30,375

Sumber: Bps Kecamatan Ampek Nagari 2023

Untuk mengetahui nilai rasio (r) digunakan persamaan berikut sebagai perhitungan perkiraan jumlah penduduk yang diperoleh dari BPS.

$$\begin{aligned} r &= \left(\frac{Pt}{Po} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \\ &= \left(\frac{30,375}{30,230} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \\ &= 0,00181 \end{aligned}$$

4.1.1 Proyeksi jumlah penduduk dengan metode geometrik

Untuk menentukan proyeksi jumlah penduduk pada masa mendatang (Pn) dapat digunakan persamaan berikut: contoh perhitungan pada tahun 2037.

$$\begin{aligned} P_{2037} &= P_0 \times (1+r)^n \\ &= 30.375 \times (1 + 0,00181)^{15} \\ &= 31.210 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut dapat diketahui jumlah penduduk tiap 1 tahun yang akan datang dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perhitungan Proyeksi Jumlah Penduduk Dengan Metode Geometrik

No	Tahun	Geometri
1	2023	30,430
2	2024	30,485
3	2025	30,540
4	2026	30,596
5	2027	30,651
6	2028	30,706
7	2029	30,762
8	2030	30,818
9	2031	30,873
10	2032	30,929
11	2033	30,985
12	2034	31,041
13	2035	31,098
14	2036	31,154
15	2037	31,210

Sumber: Data Penelitian (2024)

4.1.2 Proyeksi jumlah penduduk dengan metode aritmatika

Untuk menentukan proyeksi jumlah penduduk pada masa mendatang (Pn) dapat digunakan persamaan berikut: contoh perhitungan pada tahun 2037.

$$\begin{aligned} P_{2037} &= P_0 \times (1+r.n) \\ &= 30.375 \times (1 + 0,00181 \times 15) \\ &= 31.200 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut dapat diketahui jumlah penduduk tiap 1 tahun yang akan datang dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Perhitungan Proyeksi Jumlah Penduduk Dengan Metode Aritmatika

No	Tahun	Aritmatika
1	2023	30,430
2	2024	30,485
3	2025	30,540
4	2026	30,595
5	2027	30,650
6	2028	30,705
7	2029	30,760
8	2030	30,815
9	2031	30,870
10	2032	30,925
11	2033	30,980
12	2034	31,035
13	2035	31,090
14	2036	31,145
15	2037	31,199

Sumber: Data Penelitian (2024)

4.1.3 Proyeksi jumlah penduduk dengan metode eksponensial

Untuk menentukan proyeksi jumlah penduduk pada masa mendatang (Pn) dapat digunakan persamaan berikut : contoh perhitungan pada tahun 2037.

$$\begin{aligned}
 P_{2037} &= P_0 \times e^{r \cdot n} \\
 &= 30.375 \times (2.7182818)^{0,00181 \cdot 15} \\
 &= 31.210
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut dapat diketahui jumlah penduduk tiap 1 tahun yang akan datang dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Perhitungan Proyeksi Jumlah Penduduk Dengan Metode Eksponensial

No	Tahun	Eksponensial
1	2023	30,430
2	2024	30,485
3	2025	30,540
4	2026	30,595
5	2027	30,651
6	2028	30,706
7	2029	30,762
8	2030	30,818
9	2031	30,873
10	2032	30,929
11	2033	30,985
12	2034	31,041
13	2035	31,098
14	2036	31,154
15	2037	31,210

Sumber: Data Penelitian (2024)

Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk pada tabel 4.2, 4.3 dan 4.4 diatas diperoleh rata-rata jumlah penduduk Kecamatan Ampek Nagari pada tahun 2037 sebesar 31.206 jiwa, maka berdasarkan perhitungan tersebut Kecamatan Ampek Nagari termasuk dalam kategori IV yaitu kota kecil dengan jumlah penduduk berkisar antara 20.000-100.000 jiwa.

4.2. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih PDAM Tirta Antokan.

Kebutuhan air yang dihitung adalah kebutuhan domestik dan non domestik didasarkan pada jumlah penduduk serta prediksinya dari tahun 2023 sampai dengan tahun 2037.

4.2.1 Perhitungan perkiraan kebutuhan air bersih domestik

Kebutuhan air domestik dapat diperkirakan dengan menggunakan standar kebutuhan air Juknis SPAM Kimpraswil 1998 bahwa penggunaan air kategori kota kecil untuk konsumen SR adalah 130 liter/org/hari. Untuk mengetahui jumlah kebutuhan domestik maka digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\text{Kebutuhan domestik (2037)} &= \text{jumlah penduduk} \times \text{kebutuhan air bersih} \\
&= 31.210 \times 130 \text{ ltr/org/hr} \\
&= 4.057.300 \text{ ltr/hr} \\
&= 46,959 \text{ ltr/dtk}
\end{aligned}$$

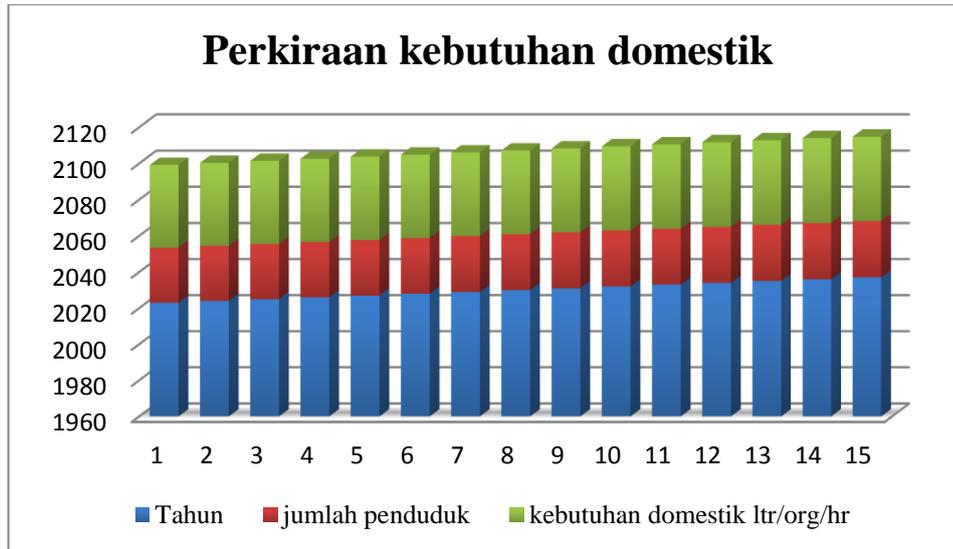
Berdasarkan perhitungan proyeksi kebutuhan air domestik di PDAM Tirta Antokan mengalami peningkatan setiap tahunnya seperti yang dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Perhitungan Perkiraan Kebutuhan Domestik

Tahun	Jumlah penduduk	Kebutuhan domestik ltr/dtk
2023	30,430	45,785
2024	30,485	45,868
2025	30,540	45,951
2026	30,595	46,034
2027	30,651	46,118
2028	30,706	46,201
2029	30,762	46,285
2030	30,818	46,370
2031	30,873	46,452
2032	30,929	46,537
2033	30,985	46,621
2034	31,041	46,705
2035	31,098	46,791
2036	31,154	46,875
2037	31,210	46,959

Sumber: Data Penelitian (2024)

Dari hasil perhitungan tabel 4.5 dapat dibuat grafik sebagai berikut:



Gambar 4.1 Grafik Perkiraan Kebutuhan Domestik

Sumber: Data Penelitian (2024)

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa setiap tahunnya kebutuhan domestik mengalami peningkatan dengan pertumbuhan penduduk pada tahun 2023 sebesar 30.430 jiwa dengan kebutuhan domestik mencapai 45,785 liter/detik. Ditahun 2037 jumlah penduduk 31.210 jiwa dan kebutuhan air domestik mencapai 46,595 liter/detik.

4.2.2 Perhitungan perkiraan kebutuhan air bersih non domestik

Untuk mengetahui jumlah kebutuhan domestik maka digunakan persamaan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan non domestik (2037)} &= 15 \% \times \text{kebutuhan domestik} \\
 &= 15\% \times 4.057.300 \text{ ltr/hr} \\
 &= 608.595 \text{ ltr/hr} \\
 &= 7,043 \text{ ltr/dtk}
 \end{aligned}$$

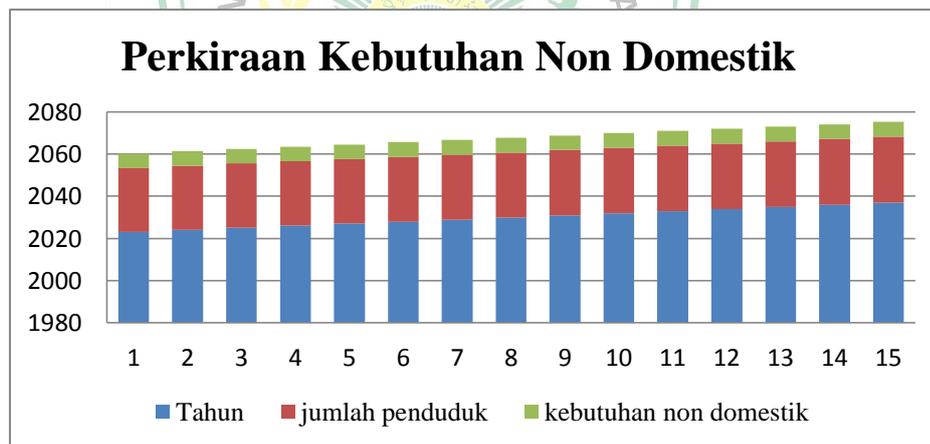
Berdasarkan perhitungan proyeksi kebutuhan air non domestik di PDAM Tirta Antokan mengalami peningkatan setiap tahunnya seperti yang dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Perhitungan Perkiraan Kebutuhan Air Non Domestik

Tahun	Jumlah penduduk	Kebutuhan non domestik ltr/dtk
2023	30,430	6,867
2024	30,485	6,880
2025	30,540	6,892
2026	30,595	6,905
2027	30,651	6,917
2028	30,706	6,930
2029	30,762	6,942
2030	30,818	6,955
2031	30,873	6,967
2032	30,929	6,980
2033	30,985	6,993
2034	31,041	7,005
2035	31,098	7,018
2036	31,154	7,031
2037	31,210	7,043

Sumber: Data Penelitian (2024)

Dari hasil perhitungan tabel 4.6 dapat dibuat grafik sebagai berikut:



Gambar 4.2 Grafik Perkiraan Kebutuhan Non Domestik

Sumber: Data Penelitian (2024)

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa setiap tahunnya kebutuhan non domestik mengalami peningkatan dengan pertumbuhan penduduk pada tahun 2023 sebesar 30.430 jiwa dengan kebutuhan domestik mencapai 6,867 liter/detik. Ditahun 2037 jumlah penduduk 31.210 jiwa dan kebutuhan air domestik mencapai 7,043 liter/detik.

4.2.3 Perhitungan perkiraan kehilangan air akibat kebocoran

Untuk mengetahui kehilangan air akibat kebocoran dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Kehilangan air akibat kebocoran (2037)} &= 20\% \times (Q_d + Q_{nd}) \\ &= 20\% \times (4.057.300 + 608,595) \\ &= 933.179 \text{ ltr/hr} \\ &= 10,801 \text{ ltr/dtk}\end{aligned}$$

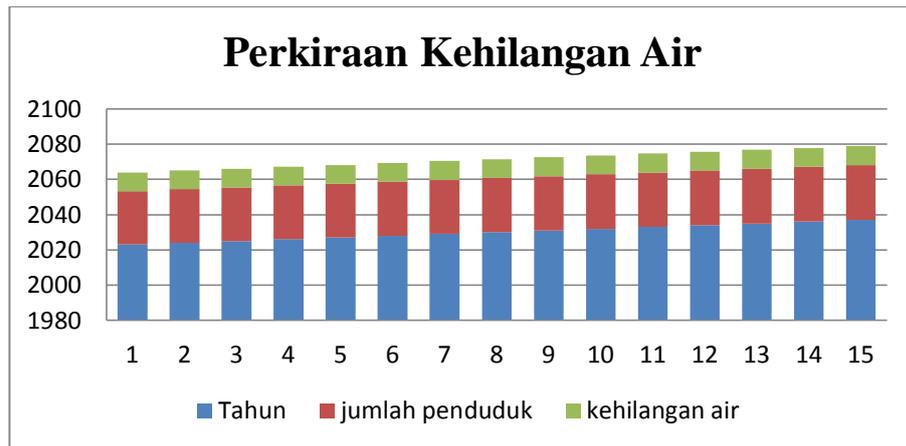
Berdasarkan perhitungan proyeksi kehilangan air akibat kebocoran di PDAM Tirta Antokan mengalami peningkatan setiap tahunnya seperti yang dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Perhitungan Perkiraan Kehilangan Air Akibat Kebocoran

Tahun	Jumlah Penduduk	Kehilangan Air ltr/dtk
2023	30,430	10,531
2024	30,485	10,550
2025	30,540	10,569
2026	30,595	10,588
2027	30,651	10,607
2028	30,706	10,626
2029	30,762	10,646
2030	30,818	10,665
2031	30,873	10,684
2032	30,929	10,703
2033	30,985	10,723
2034	31,041	10,742
2035	31,098	10,762
2036	31,154	10,781
2037	31,210	10,801

Sumber: Data Penelitian (2024)

Dari hasil perhitungan tabel 4.7 dapat dibuat grafik sebagai berikut:



Gambar 4.3 Grafik Perkiraan Kehilangan Air

Sumber: Data Penelitian (2024)

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa setiap tahunnya kehilangan air mengalami peningkatan dengan pertumbuhan penduduk pada tahun 2023 sebesar 30.430 jiwa dengan kehilangan air mencapai 10,531 liter/detik. Ditahun 2037 jumlah penduduk 31.210 jiwa dan kehilangan air mencapai 10,801 liter/detik.

4.2.4 Perhitungan perkiraan kebutuhan air total

Untuk mengetahui kebutuhan air total dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan air total (2037)} &= Q_d + Q_{nd} + Q_a \\
 &= 4.057.300 + 608.595 + 933.179 \\
 &= 5.599.074 \text{ ltr/hr} \\
 &= 64,804 \text{ ltr/dtk}
 \end{aligned}$$

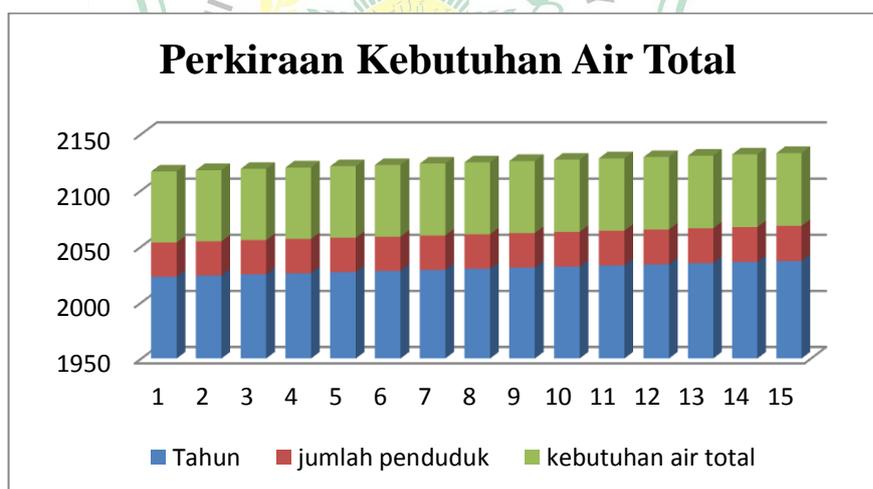
Berdasarkan perhitungan proyeksi kebutuhan air total di PDAM Tirta Antokan mengalami peningkatan setiap tahunnya seperti yang dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Perhitungan Perkiraan Kebutuhan Air Total

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air Total ltr/dtk
2023	30,430	63,185
2024	30,485	63,299
2025	30,540	63,413
2026	30,595	63,527
2027	30,651	63,643
2028	30,706	63,758
2029	30,762	63,874
2030	30,818	63,990
2031	30,873	64,104
2032	30,929	64,221
2033	30,985	64,337
2034	31,041	64,453
2035	31,098	64,572
2036	31,154	64,688
2037	31,210	64,804

Sumber: Data Penelitian (2024)

Dari hasil perhitungan tabel 4.8 dapat dibuat grafik sebagai berikut:



Gambar 4.4 Grafik Perkiraan Kebutuhan air total

Sumber: Data Penelitian (2024)

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa setiap tahunnya kebutuhan air total mengalami peningkatan dengan pertumbuhan penduduk pada tahun 2023 sebesar 30.430 jiwa dengan kebutuhan air total mencapai 63,185 liter/detik. Ditahun 2037 jumlah penduduk 31.210 jiwa dan kebutuhan air total mencapai 64,804 liter/detik.

4.2.5 Perhitungan perkiraan kebutuhan air rata-rata

Berdasarkan persamaan berikut dapat diketahui perhitungan perkiraan kebutuhan air rata-rata.

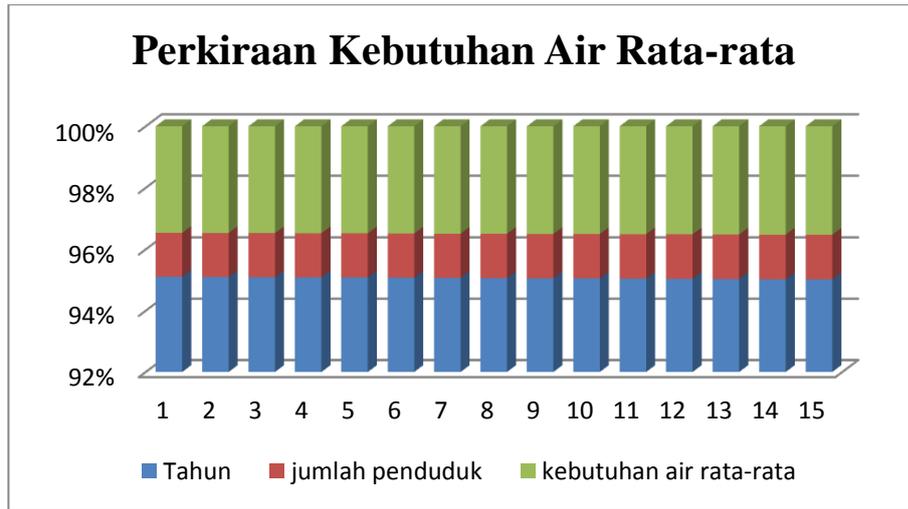
$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air rata-rata (2037)} &= \text{kebutuhan air total} + \text{kehilangan air} \\ &= 5.599.074 + 933.179 \\ &= 6.532.253 \text{ ltr/hr} \\ &= 75,605 \text{ ltr/dtk}\end{aligned}$$

Tabel 4.9 Perhitungan Perkiraan Kebutuhan Air Rata-Rata

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air Rata-Rata ltr/dtk
2023	30,430	73,715
2024	30,485	73,849
2025	30,540	73,982
2026	30,595	74,115
2027	30,651	74,251
2028	30,706	74,384
2029	30,762	74,520
2030	30,818	74,655
2031	30,873	74,788
2032	30,929	74,924
2033	30,985	75,060
2034	31,041	75,195
2035	31,098	75,333
2036	31,154	75,469
2037	31,210	75,605

Sumber: Data Penelitian (2024)

Dari hasil perhitungan tabel 4.9 dapat dibuat grafik sebagai berikut:



Gambar 4.5 Grafik Perkiraan Kebutuhan air rata-rata

Sumber: Data Penelitian (2024)

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa setiap tahunnya kebutuhan air rata-rata mengalami peningkatan dengan pertumbuhan penduduk pada tahun 2023 sebesar 30.430 jiwa dengan kebutuhan domestik mencapai 73,715 liter/detik. Ditahun 2037 jumlah penduduk 31.210 jiwa dan kebutuhan air domestik mencapai 75,605 liter/detik.

4.2.6 Kebutuhan harian maksimum dan Kebutuhan jam puncak

Untuk mengetahui kebutuhan harian maksimum dan kebutuhan jam puncak dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan harian maksimum (2037)} &= \text{kebutuhan air rata-rata} \times 1,1 \\
 &= 6.532.253 \times 1,1 \\
 &= 7.185.478 \text{ ltr/hr} \\
 &= 83,165 \text{ ltr/dtk}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan jam puncak (2037)} &= \text{kebutuhan air rata-rata} \times 1,5 \\
 &= 6.672.230 \times 1,5 \\
 &= 9.798.378 \text{ ltr/hr} \\
 &= 113,407 \text{ ltr/dtk}
 \end{aligned}$$

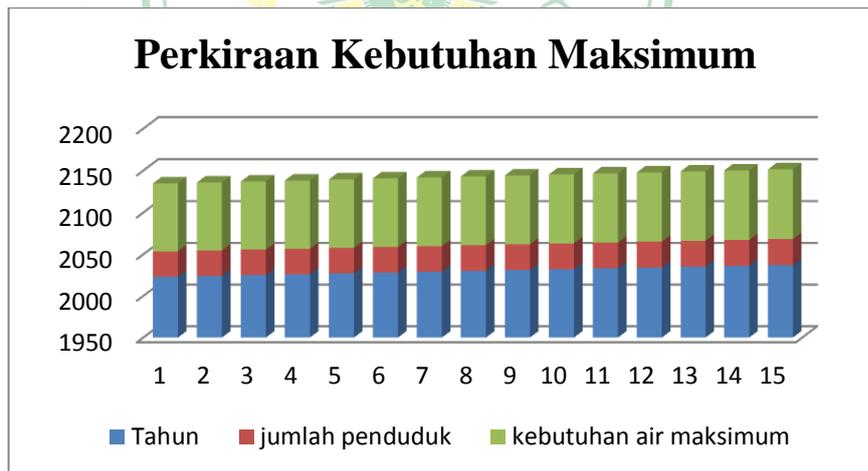
Berdasarkan perhitungan proyeksi kebutuhan harian maksimum dan kebutuhan jam puncak di PDAM Tirta Antokan mengalami peningkatan setiap tahunnya seperti yang dilihat pada tabel 4.9, dan tabel 10.

Tabel 4.10 Perhitungan Perkiraan Kebutuhan Air Maksimum

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air Maksimum ltr/ dtk
2023	30,430	81,087
2024	30,485	81,233
2025	30,540	81,380
2026	30,595	81,526
2027	30,651	81,676
2028	30,706	81,822
2029	30,762	81,971
2030	30,818	82,121
2031	30,873	82,267
2032	30,929	82,416
2033	30,985	82,566
2034	31,041	82,715
2035	31,098	82,867
2036	31,154	83,016
2037	31,210	83,165

Sumber: Data Penelitian (2024)

Dari hasil perhitungan tabel 4.10 dapat dibuat grafik sebagai berikut:



Gambar 4.6 Grafik Perkiraan Kebutuhan Maksimum

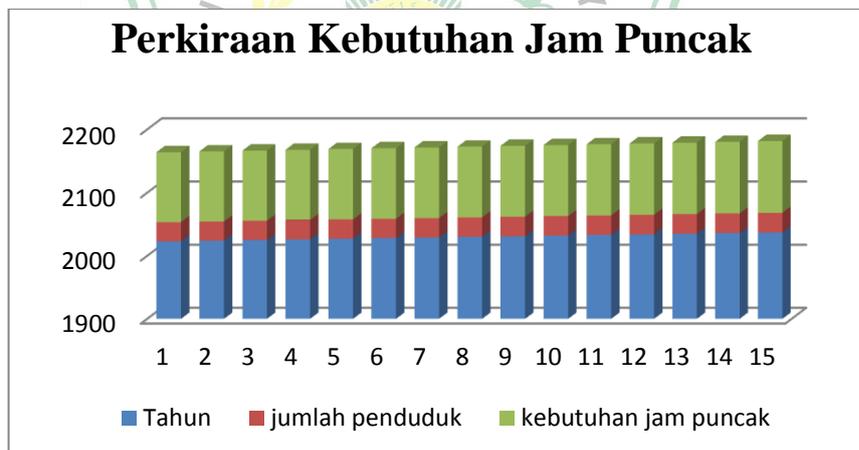
Sumber: Data Penelitian (2024)

Tabel 4.11 Perhitungan Perkiraan Kebutuhan Jam Puncak

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Jam Puncak ltr/ dtk
2023	30,430	110,573
2024	30,485	110,773
2025	30,540	110,973
2026	30,595	111,172
2027	30,651	111,376
2028	30,706	111,576
2029	30,762	111,779
2030	30,818	111,983
2031	30,873	112,183
2032	30,929	112,386
2033	30,985	112,590
2034	31,041	112,793
2035	31,098	113,000
2036	31,154	113,204
2037	31,210	113,407

Sumber: Data Penelitian (2024)

Dari hasil perhitungan tabel 4.11 dapat dibuat grafik sebagai berikut:



Gambar 4.7 Grafik Perkiraan Kebutuhan jam puncak

Sumber: Data Penelitian (2024)

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa kebutuhan maksimum setiap tahun tahun mengalami peningkatan dengan pertumbuhan penduduk pada tahun 2023 sebesar 30.430 jiwa dengan kebutuhan maksimum mencapai 81,087 liter/detik. Ditahun 2037 jumlah penduduk 31.210 jiwa dan kebutuhan air maksimum mencapai 83,165 liter/detik, sedangkan kebutuhan puncak mengalami

peningkatan pada tahun 2023 mencapai 110,573 liter/detik dan pada tahun 2037 mencapai 113,407 liter/detik.

4.2.7 Kapasitas minimum bak penampung

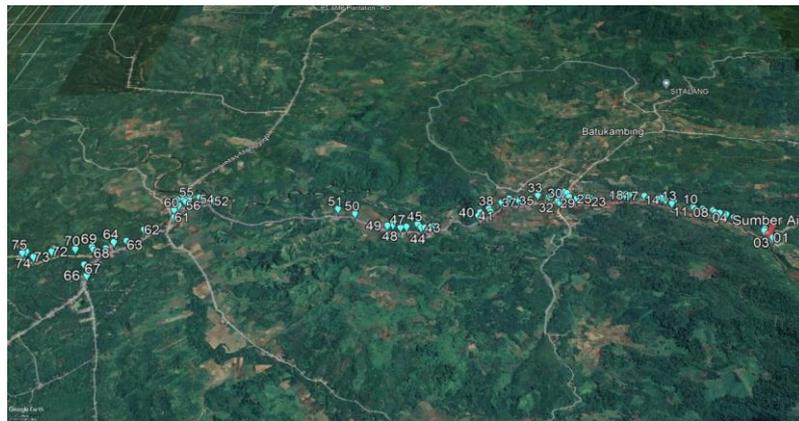
Reservoir umumnya diletakkan pada ketinggian yang cukup agar air mengalir keseluruh konsumen secara merata.

Tabel 4.12 Kapasitas minimum bak penampung

Tahun	Jumlah Penduduk	Kapasitas Minimum Bak Penampung
2023	30,430	1910,700
2024	30,485	1914,153
2025	30,540	1917,607
2026	30,595	1921,060
2027	30,651	1924,576
2028	30,706	1928,030
2029	30,762	1931,546
2030	30,818	1935,062
2031	30,873	1938,516
2032	30,929	1942,032
2033	30,985	1945,548
2034	31,041	1949,064
2035	31,098	1952,643
2036	31,154	1956,160
2037	31,210	1959,676

Sumber: Data Penelitian (2024)

4.3 Analisa jaringan perpipaan dengan program epanet 2.0

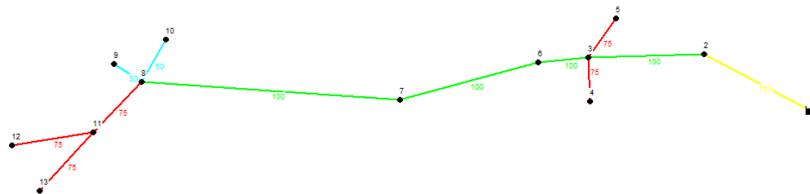


Gambar 4.8 Peta jaringan distribusi PDAM Tirta Antokan

Sumber: PDAM Tirta Antokan (2024)

Berdasarkan peta diatas jaringan pipa pada PDAM Tirta Antokan menggunakan jenis pipa PVC berdiameter 50 mm sampai dengan 150 mm. Output yang perlu diperhatikan dalam mengevaluasi jaringan distribusi air bersih ini tinggi tekanan *pressure* dan kecepatan pada pipa.

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



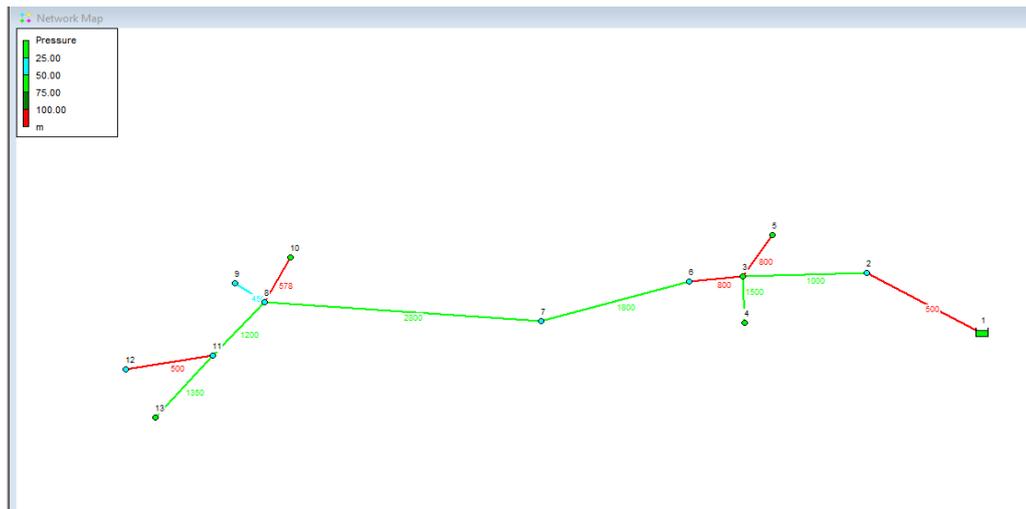
Gambar 4.9 Jaringan Pipa Distribusi Setelah Diinput Program Epanet 2.0

Sumber: Data Penelitian (2024)

Berdasarkan peta diatas jaringan pipa pada PDAM Tirta Antokan menggunakan jenis pipa PVC yang mana pipa distribusi warna biru 50 mm dengan panjang pipa yang terpasang 4.500 m, pipa distribusi warna merah 75 mm dengan panjang pipa yang terpasang 6.350 m, pipa warna hijau 100 mm dengan

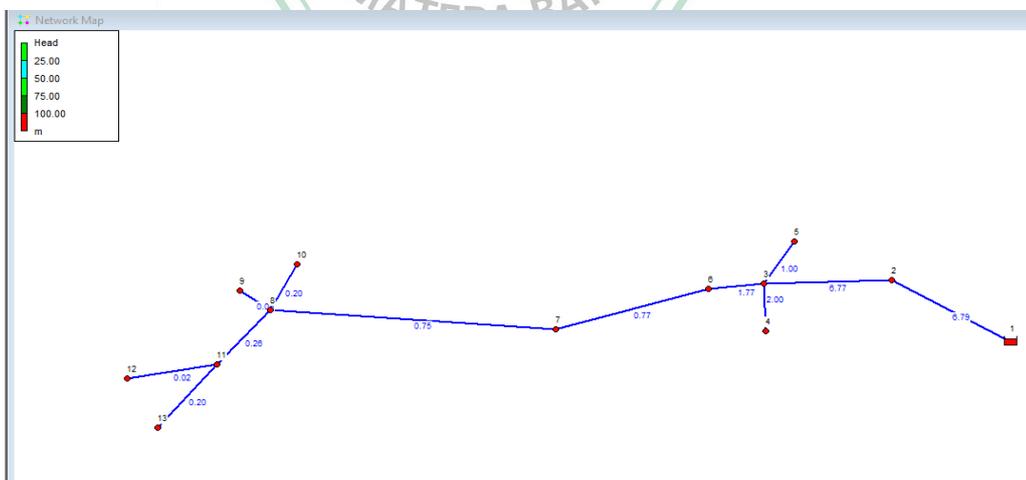
panjang pipa yang terpasang 6400 m, dan pipa warna kuning 150 mm dengan panjang pipa yang terpasang 500 m.

Dalam melakukan proses pemrograman di aplikasi Epanet maka data-data yang akan diinput dimasukkan terlebih dahulu, setelah itu untuk memeriksa data input yang telah dimasukkan sesuai dengan yang dibutuhkan maka lakukan run program. Jika muncul tulisan *run was succesful* maka run tersebut dinyatakan berhasil, sedangkan jika muncul tulisan *run was not successful* maka run tersebut dinyatakan gagal , berikut gambar hasil epanet 2.0.



Gambar 4.10 Hasil Analisa *Runing Node Dan Links* Dengan Epanet 2.0

Sumber: Data Penelitian (2024)



Gambar 4.11 Hasil *Runing Head Dan Unit Headloss*

Sumber: Data Penelitian (2024)

Dapat dilihat pada gambar ataupun pada tabel tinggi tekanan pada setiap *node/junction* telah memenuhi kriteria desain yang terdapat dalam peraturan menteri pekerjaan umum no 18 tahun 2007 yang antara 10 dan 80 m. Tinggi tekanan yang terlihat pada tabel dan gambar berkisar 16 m sampai dengan 68 m. Berikut hasil *runing* data dari *runing* Epanet 2.0.

Tabel 4.13 Hasil analisa pipa eksisting

Link ID	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe 1	6.79	0.38	1.50
Pipe 2	6.77	0.86	10.73
Pipe 3	1.00	0.23	1.26
Pipe 4	2.00	0.45	4.55
Pipe 5	1.77	0.23	0.89
Pipe 6	0.77	0.10	0.19
Pipe 7	0.75	0.10	0.18
Pipe 8	0.20	0.10	0.46
Pipe 9	0.09	0.05	0.11
Pipe 10	0.26	0.06	0.10
Pipe 11	0.02	0.00	0.00
Pipe 12	0.20	0.05	0.06

Sumber: Data Penelitian (2024)

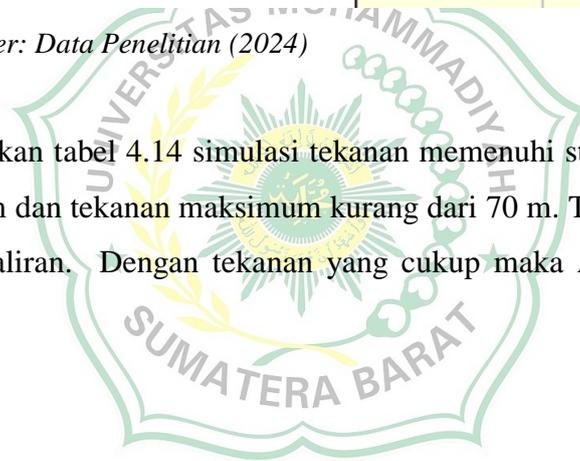
Dari hasil simulasi diatas tidak semua hasil *headloss* yang memenuhi standar. Pengaruh *headloss* yang tinggi dalam pemakaian air dengan jumlah yang besar menyebabkan kecepatan aliran dalam pipa meningkat dan besarnya unit *headloss*. Penambahan pipa secara paralel dan pipa eksisting dapat menjadi solusi dalam mengurangi nilai unit *headloss*.

Tabel 4.14 Hasil analisa *junction* eksisting

Network Table - Nodes at 0:00 Hrs		
Node ID	Head m	Pressure m
Junc 2	199.25	39.25
Junc 3	188.52	68.52
Junc 4	181.69	63.69
Junc 5	187.51	67.51
Junc 6	187.80	33.80
Junc 7	187.46	27.46
Junc 8	186.95	41.95
Junc 9	186.90	46.90
Junc 10	186.68	52.68
Junc 11	186.82	26.82
Junc 12	186.82	26.82
Junc 13	186.74	16.74
Resvr 1	200.00	0.00

Sumber: Data Penelitian (2024)

Berdasarkan tabel 4.14 simulasi tekanan memenuhi standar dengan tekanan minimum 10 m dan tekanan maksimum kurang dari 70 m. Tekanan erat kaitannya dengan debit aliran. Dengan tekanan yang cukup maka Aliran dapat mengalir dengan baik.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

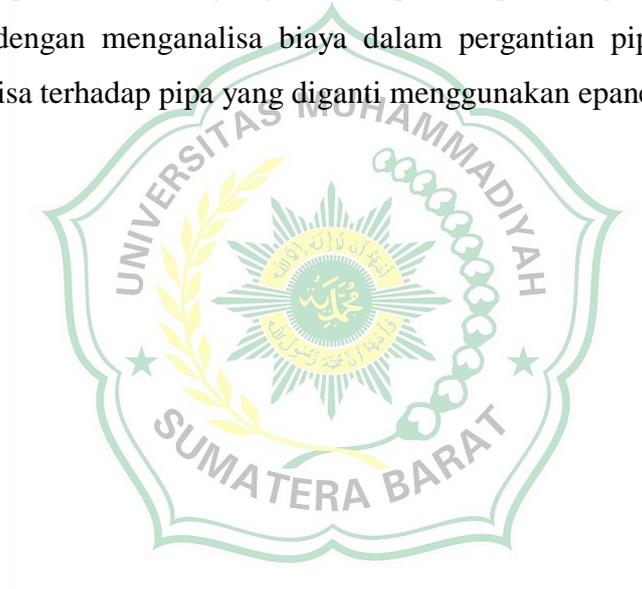
Berdasarkan dari hasil analisa dan pembahasan perkiraan kebutuhan air bersih PDAM Tirta Antokan dari tahun 2023-2038 dengan menggunakan data jumlah penduduk Kecamatan Ampek Nagari dari tahun 2012-2023, sehingga dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perkiraan kebutuhan air bersih di PDAM Tirta Antokan pada tahun 2023-2037 mengalami peningkatan dengan kebutuhan domestik pada tahun 2023 sebesar 45,785 lt/dtk, dan pada tahun 2037 sebesar 46,595 lt/dtk dan kebutuhan non domestik pada tahun 2023 sebesar 6,867 lt/dtk, dan pada tahun 2037 sebesar 7,043 lt/dtk.
2. Berdasarkan hasil perkiraan kebutuhan air bersih di PDAM Tirta Antokan pada tahun 2023-2037 mengalami peningkatan kebutuhan air total pada tahun 2023 63,185 lt/dtk dan pada tahun 2037 sebesar 64,804 lt/dtk, sedangkan untuk kebutuhan harian maksimum pada tahun 2023 sebesar 81,087 lt/dtk dan pada tahun 2037 sebesar 83,165 lt/dtk, untuk kebutuhan jam puncak pada tahun 2023 110,573 lt/dtk dan pada tahun 2037 sebesar 113,407 lt/dtk.
3. Berdasarkan hasil perkiraan kebutuhan air bersih di PDAM Tirta Antokan pada tahun 2023-2037 mengalami peningkatan kehilangan air pada tahun 2023 sebesar 10,531 lt/dtk, dan pada tahun 2037 10,801 lt/dtk. Kebutuhan air rata-rata pada untuk 15 tahun kedepan mengalami peningkatan dari tahun 2023 sampai 2037 yang mana pada tahun 2023 mencapai 73,715 lt/dtk dan pada tahun 2037 mencapai 75,605 lt/dtk.
4. Berdasarkan proyeksi kebutuhan air dalam 15 tahun kedepan dari 2023-2037 cukup untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Kecamatan Ampek Nagari.
5. Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan metode Epanet 2.0 jaringan pipa distribusi yang terpasang 17.750 m dengan tekanan pada setiap node/ *junction* telah memenuhi syarat yaitu 16 m – 68 m.

5.2 Saran

Saran penulis dalam skripsi ini agar PDAM Tirta Antokan dapat memenuhi kebutuhan masyarakat.

1. PDAM Tirta Antokan perlu meningkatkan upaya untuk mengurangi kehilangan air akibat kebocoran fisik karena kondisi pipa yang sudah tua sehingga banyak terjadi kebocoran pada sambungannya, sedangkan kebocoran non fisik disebabkan rendahnya ketelitian air dan meteran pelanggan tertimbun atau mati sehingga pencatatan berdasarkan perkiraan.
2. Bagi penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan penelitian ini dengan menganalisa biaya dalam pergantian pipa serta melakukan analisa terhadap pipa yang diganti menggunakan epanet 2.0.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahen, M., Nirmala, A., & Gunarto, D. (2022). Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih (Studi Kasus Di Kecamatan Sekadau Hilir Kabupaten Sekadau Provinsi Kalimantan Barat). *Jelast: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 9(1).
- Atoillah, F. (2021). Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Di Pondok Pesantren Ngalah Purwosari Pasuruan Menggunakan EPANET 2.0 (Doctoral Dissertation, Universitas Yudharta).
- Barikiyah, S., Utama, T. T., Nengse, S., & Setyowati, R. D. N. (2023). Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Minum Pdam Kota Mojokerto Instalasi Pengolahan Air (Ipa) Wates Zona Pelayanan Pengolahan Air Prajurit Kulon. *Jurnal Reka Lingkungan*, 11(2), 152-161.
- Depkes, R. I. (2005). Permenkes RI No. 16 Tahun 2005 Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. *Jakarta: Kemenkes RI*.
- Sarungallo, G. A. (2016). Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih di Kecamatan Pontianak Selatan Kota Pontianak Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Reka Lingkungan*, 4(1), 49-56.
- Effendi dan Ikhtiar, 2017 *Analisis Kualitas Lingkungan*. CV. Social Politic Genius (SIGn).
- Hidayat, R., Priana, S. E., & Dewi, S. (2023). Evaluasi Jaringan Pipa Distribusi Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Pelayanan Reservoir Birugo. *Ensiklopedia Research And Community Service Review*, 2(3), 169-173.
- Indonesia, R. (2004). *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405. MENKES/DK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri*.

- Juvano, R. A., Yermadona, H., & Yusman, A. S. (2022). Tinjauan Perencanaan Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih Di Kenagarian Taram Kecamatan Harau. *Ensiklopedia Research And Community Service Review*, 1(2), 147-153.
- Marta, A., Yusman, A. S., & Harahap, R. (2021). Kebutuhan Air Minum Nagari Malampah Kecamatan Tigo Nagari Kabupaten Pasaman. *Akselerasi: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 2(2).
- Muni, D. S., Messakh, J. J., & Selan, M. (2022). Evaluasi Sistem Jaringan Air Bersih Pedesaan Di Desa Nekmese Kabupaten Kupang, Daerah Semi-Arid Indonesia: Evaluation Of Rural Clean Water Network System In Nekmese Village, Kupang Regency, Indonesia's Semi-Arid Tregion. *Batakarang*, 3(2), 9-14.
- Nella, T. G., Priana, S. E., & Dewi, S. (2022). Analisis Kebutuhan Air Bersih Perumda Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi. *Ensiklopedia Research And Community Service Review*, 2(1), 105-113.
- Noviardi, N. (2022). Perencanaan Sistem Jaringan Pipa Transmisi Untuk Penyediaan Air Bersih Di Kecamatan Harau Kabupaten Limapuluh Kota (Doctoral Dissertasion, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat)
- Riduan, R., Firmansyah, M., & Fadhilah, S. (2017). Evaluasi Tekanan Jaringan Distribusi Zona Air Minum Prima (ZAMP) Pdam Intan Banjar Menggunakan Epanet 2.0. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 3(1).
- Sarungallo, G. A. (2016). Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Di Kecamatan Pontianak Selatan Kota Pontianak Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Reka Lingkungan*, 4(1), 49-56.
- Siregar, S. R. (2021). Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Pdam Tirtar Silaupiasa Unit Buntu Pane Menggunakan Epanet 2.0 (Doctoral Dissertation, Universitas Sumatera Utara).

- Saputra, C. D., Noerhayati, E., & Rokhmawati, A. (2023). EVALUASI SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI DESA PLALANGAN KECAMATAN JENANGAN KABUPATEN PONOROGO. *Jurnal Rekayasa Sipil (E-Journal)*, 13(2).
- Willyam, B. (2019). *Tinjauan Kebutuhan Air Bersih dan Pendistribusian Pada Kelurahan Sri Meranti Kecamatan Rumbai* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- Wibowo, H. EVALUASI SISITEM JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH PDAM DI KECAMATAN SUNGAI RAYA KABUPATEN KUBU RAYA. *Jelast: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 5(2).
- Zamzami, Z., Azmeri, A., & Syamsidik, S. (2018). Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Pdam Tirta Tawar Kabupaten Aceh Tengah. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, 1(1), 132-141.



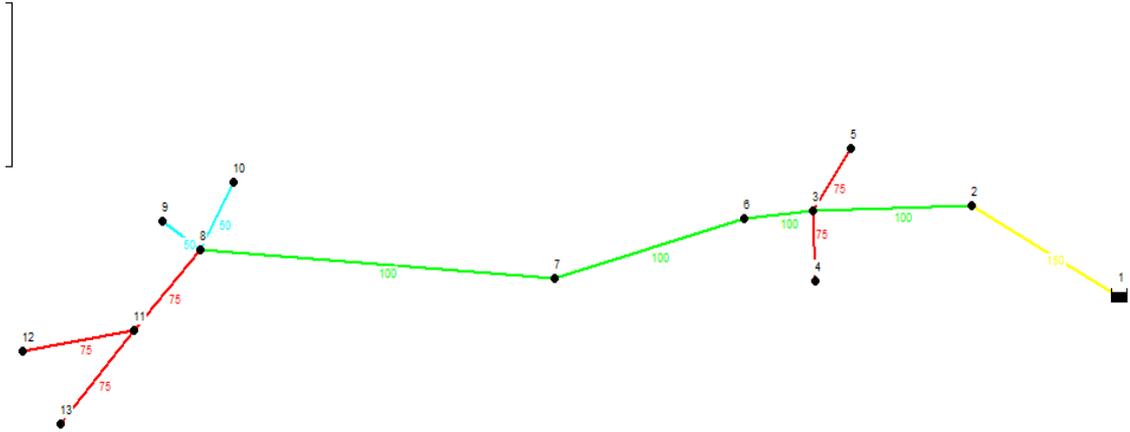
Lampiran Dokumentasi Lapangan.

No	Foto	Keterangan
1		Sumber air sungai Balai Badak merupakan sumber air utama yang terdapat di Kecamatan Ampek Nagari.
2		Dokumentasi reservoir di Kecamatan Ampek Nagari

Lampiran Dokumentasi Lapangan.

No	Foto	Keterangan
3		Dokumentasi kebocoran pipa di Kecamatan Ampek Nagari
4		Dokumentasi bangunan intake.

Lampiran. Jaringan Pipa



No	Simbol	Keterangan
1		Pipa diameter 150 mm dengan panjang pipa 500 m.
2		Pipa diameter 100 mm dengan panjang pipa 6400 m.
3		Pipa diameter 75 mm dengan panjang pipa 6.350 m.
4		Pipa diameter 50 mm dengan panjang pipa 4.500 m.
5		Reservoir
6		Node/ <i>junction</i>

Lampiran. Kebocoran Jaringan Pipa

