

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KEBUTUHAN AIR BERSIH PDAM TIRTA SARI
DI KOTA BINJAI**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

RIZKI ARI PUTRA
1707210085



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Rizki Ari Putra

NPM : 1707210085

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Kebutuhan Air Bersih PDAM Tirta Sari di Kota Binjai

Bidang Ilmu : Transport

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 26 Juli 2022

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Rumila Harahap, M.T

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Rizki Ari Putra

NPM : 1707210085

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Kebutuhan Air Bersih PDAM Tirta Sari di Kota Binjai

Bidang Ilmu : Transport

Telah berhasil dipertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 26 Juli 2022

Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Rumila Harahap, M.T

Dosen Pembanding I



Wiwin Nurzanah, S.T., M.T.

Dosen pembanding II



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc.

Ketua Prodi Teknik Sipil



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rizki Ari Putra

Tempat/Tanggal lahir : Medan, 10 Juni 1998

NPM : 1707210085

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul “Analisis Kebutuhan Air Bersih PDAM Tirta Sari di Kota Binjai”.

Bukan merupakan plagiatisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material serta segala kemungkinan lain, yang pada hakikatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuain antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan atau kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 26 Juli 2022

Saya yang menyatakan

A photograph of a handwritten signature in black ink over a yellow 10000 Rupiah stamp. The stamp features the Garuda Pancasila logo and the text 'REPUBLIK INDONESIA', '10000', and 'METERAI TEMPEL'.

Rizki Ari Putra

ABSTRAK

“ANALISIS KEBUTUHAN AIR BERSIH PDAM TIRTA SARI DI KOTA BINJAI”

Rizki Ari Putra

1707210085

Dr.Ir Rumila Harahap M.T

Air merupakan unsur terpenting sebagai sumber kehidupan bagi manusia dan makhluk hidup yang berada di bumi. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Kota Binjai diperlukan sumber air yang bersih yang layak untuk diminum. Parameter hidrologi yang penting dalam suatu pekerjaan yang terkait dengan sumber daya air adalah debit air dan jumlah penduduk untuk distribusi air. Menentukan kebutuhan air bersih dan jumlah penduduk di Kota Binjai digunakan metode Geometri yang mana metode ini menunjukkan pertumbuhan penduduk terbesar sehingga dapat direncanakan kebutuhan air bersih sampai tahun 2031. Berdasarkan hasil proyeksi jumlah penduduk Kota Binjai pada tahun 2031 sebanyak 322.977 jiwa. Debit air yang dibutuhkan masyarakat Kota Binjai dan pelanggan PDAM Tirta Sari, IPA Marcapada sampai tahun 2031 yaitu sekitar 1544 l/s, Sedangkan kapasitas produksi saat ini 170 l/s, sehingga diperlukan lagi penambahan kapasitas air bersih sebesar 1384 l/s.

Kata Kunci: Debit air, Ketersediaan air, Jumlah penduduk.

ABSTRACT

“CLEAN WATER REQUIREMENT ANALYSIS OF PDAM TIRTA SARI IN BINJAI KOTA DISTRICT”

Rizki Ari Putra

1707210085

Dr.Ir Rumila Harahap M.T

Water is the most important element as a source of life for humans and living things on earth. To meet the clean water needs of the people of Binjai Kota Sub-district, a clean source of water that is fit for drinking is needed. The important hydrological parameters in a work related to water resources are water discharge and population for water distribution. Determining the need for clean water and the population in the District of Binjai Kota used the Geometry method shows the largest population growth so that it can be planned for the need for clean water until 2031. The water debit needed by the people of Binjai Kota Subdistrict and customers of PDAM Tirta Sari, IPA Marcapada until 2031 is around 1544 l/s, while the current production capacity is 170 l/s, so additional clean water capacity of 1384 l/s is needed.

Keywords : *Water debit, Availability of water, Total population.*

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Kebutuhan Air Bersih PDAM Tirta Sari di Kota Binjai”. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW yang telah mengantarkan umat manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang seperti saat ini. Penyusunan tugas akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat guna mencapai gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini terutama kepada:

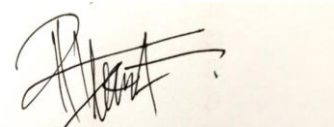
1. Bapak Dr.Ir Rumila Harahap M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Wiwin Nurzanah S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansuri Siregar S.T, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teristimewa sekali kepada kedua orang tua dan keluarga saya Bapak Jumino dan Ibu Wati, dan yang telah mendukung saya dan bersusah payah membesarkan dengan kasih sayang yang tiada habisnya.
9. Sahabat-sahabat penulis yaitu, Teknik Sipil 2017, Keluarga B1 Pagi Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Keluarga KBA dan seluruh teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dan memotivasi saya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
10. Keluarga besar PK IMM Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Saya menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan untuk penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas ini. Semoga Tugas Akhir ini bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknik Sipil khususnya. Aamiin.

Medan, 26 Juli 2022



Rizki Ari Putra

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Siklus Hidrologi	5
2.2 Air	6
2.2.1 Air Bersih	7
2.2.2 Persyaratan Air Bersih	8
2.3 Sumber Air	8
2.4 Air Minum	12
2.5 Syarat-syarat Air Minum	13
2.6 Terjadi Air Tanah	15
2.6.1 Asal Air Tanah	15
2.6.2 Sifat – sifat Batuan Yang Mempengaruhi Air Tanah	16
2.7 Gerakan Air Tanah	17
2.8 Sungai	20
2.9 Kota Binjai	21
2.9.1 Aspek Fisik	21
2.9.1.1 Letak dan Batas Geografis	21
2.9.1.2 Iklim	22
2.9.2 Aspek Lingkungan	22
2.9.2.1 Fasilitas Kota	22
2.10 Sistem Air Bersih Yang Ada	23
2.11 Sejarah PDAM Tirta Sari	24
2.12 Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Menurut Jumlah Penduduk	24

2.12.1 Metode Aritmatika	25
2.12.2 Metode Geometrik	26
2.12.3 Metode Last-Square	26
BAB 3 METODE PENELITIAN	29
3.1 Bagan Alir Penelitian	29
3.2 Lokasi Penelitian	30
3.3 Metode dan Tahapan Penelitian	30
3.4 Tempat dan Waktu	31
3.5 Rancangan Penelitian	31
3.6 Pelaksanaan Penelitian	31
3.7 Prosedur Penelitian	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Analisa Jumlah Penduduk	33
4.2 Data Ekisting	34
4.3 Perkiraan Kebutuhan Air Bersih	43
4.3.1 Kebutuhan Air Bersih Untuk Masyarakat (Domestik)	44
4.3.2 Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Pendidikan	45
4.3.3 Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Peribadatan	47
4.3.4 Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Kesehatan	49
4.3.5 Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Perkantoran	51
4.4 Perhitungan Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Menurut Jumlah Pelanggan PDAM Tirta Sari	52
4.5 Analisa Kehilangan Air	55
4.6 Analisa Kebutuhan Air Total	57
4.7 Kebutuhan Total Air Bersih Sampai Tahun 2031	59
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Beberapa Sifat Air	7
Tabel 2.2: Syarat-syarat kadar Bilangan kekeruhan dan warnah air minum	14
Tabel 2.3: Porositas Beberapa Bahan Sedimen	17
Tabel 2.4: Fasilitas Pendidikan Yang ada di Kota Binjai	22
Tabel 2.5: Fasilitas Peribadatan yang ada di Kota Binjai	23
Tabel 2.6: Fasilitas Kesehatan Yang Ada di Kota Binjai	23
Tabel 2.7: Jumlah Kebutuhan Air Maksimum erorang/hari Menurut Kelompok Jumlah Penduduk	27
Tabel 2.8: Jumlah Air Yang Dipakai Perorang dan Waktu Pemakaiannya Menurut Jenis Gedung	27
Tabel 4.1: Jumlah Penduduk Kota Binjai 2015-2021	28
Tabel 4.2: Sumber Air Baku dan Unit Produksi PDAM Tirta Sari	34
Tabel 4.3: Penentuan Data Regresi	40
Tabel 4.4: Perkiraan Jumlah Penduduk Kota Binjai 2022- 2031	43
Tabel 4.5: Kebutuhan Air Domestik Tahun 2015-2031	44
Tabel 4.6: Perkiraan Jumlah Siswa, Guru, Dan Pegawai Dan Kebutuhan Air Tahun 2021-2031	47
Tabel 4.7: Perkiraan Jumlah Fasilitas Peribadatan dan Kebutuhan Air Tahun 2021-2031	49
Tabel 4.8: Perkiraan Jumlah Tempat Tidur dan Kebutuhan Air Tahun 2021-2031	50
Tabel 4.9: Perkiraan Jumlah Pegawai dan Kebutuhan Air Tahun 2021-2031	51
Tabel 4.10: Jumlah Pelanggan PDAM Tirta Sari Tahun 2021	52
Tabel 4.11: Perkiraan Jumlah Pelanggan PDAM Tirta Sari Sampai Tahun 2031	54
Tabel 4.12: Analisis Kehilangan Air	55
Tabel 4.13: Kehilangan Air menurut Pelanggan Pdam Tirta Sari	56
Tabel 4.14: Total Kebutuhan Air Kota Binjai Tahun 2021-2031	57
Tabel 4.15: Kebutuhan Air Total Menurut Pelanggan PDAM Tirta Sari	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1:	Siklus Hidrologi	5
Gambar 2.2:	Air Sungai	10
Gambar 2.3:	Air Rawa	11
Gambar 2.4:	Proses Terjadinya Air Tanah	15
Gambar 2.5:	Ekpresi Hukum Darcy	19
Gambar 2.6:	Sungai Bingai	16
Gambar 3.1:	Diagram Bagan alir Penelitian	29
Gambar 3.2:	Peta Lokasi Penelitian	30

DAFTAR NOTASI

A	= Luas penampang
a	= Konstanta
b	= Koefisien arah regresi linear
$\frac{dh}{dl}$	= Gradient hidrolik
g	= Percepatan gravitasi (m/s^2)
HI	= Kehilangan energi (m)
K	= Koefisien permeabilitas
N	= Porositas (%)
N	= Periode waktu dalam tahun
Pn	= Jumlah penduduk pada tahun (n)
Po	= Jumlah penduduk yang diketahui pada tahun terakhir
ρ	= Tekanan (n/m^3)
ρg	= Berat jenis benda cair (kg/m^3)
Q	= Laju aliran air (volume/waktu)
Qd	= Debit kebutuhan air domestik (m^3/s)
Qn	= Debit kebutuhan air non domestik (m^3/s)
Qs	= Kehilangan air (m^3/s)
r	= Laju pertumbuhan penduduk (%)
v	= Kecepatan aliran (m/s)
V	= Volume total batuan tanah (m^3)
W	= Volume air yang diperlukan untuk mengisi kubang pori (m^3)
X	= Variabel independen
Y	= Nilai variabel berdasarkan garis regresi
Z	= Elevasi (m)
P ₁	= Potensial di 1
P ₂	= Potensial di 2

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan unsur terpenting sebagai sumber kehidupan bagi manusia dan makhluk hidup yang berada di bumi. Karena air merupakan kebutuhan utama bagi setiap makhluk hidup. Bahkan dapat dipastikan tanpa pengembangan sumber daya air, peradaban manusia tidak akan mencapai tingkat yang dinikmati sampai saat ini. Oleh karena itu, pengembangan dan pengolahan sumber daya air merupakan dasar peradaban manusia. (Aji,dkk 2021)

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang diiringi dengan pembangunan dan laju pertumbuhan penduduk, manusia menghadapi berbagai macam persoalan yang harus menuntut untuk bisa mencari solusi dari persoalan-persoalan tersebut.

Salah satu persoalan yang dihadapi oleh masyarakat sekarang ini sebagai dampak dari pembangunan dan laju pertumbuhan penduduk adalah kebutuhan akan air bersih, tak terkecuali dengan masyarakat Kota Binjai yang juga sangat membutuhkan keberadaan air bersih tersebut.

Wilayah Kota Binjai , merupakan kota dengan ketinggian rata-rata ± 28 meter diatas permukaan laut, dengan luas wilayah berupa daratan seluas 90,23 km². Terdiri dari 5 Kecamatan yaitu, Binjai Selatan, Binjai Utara, Binjai Timur, Binjai Barat, Binjai Kota. Dengan total Jumlah Penduduk 283.842 jiwa. (Badan Pusat Statistik Kota Binjai, 2021).

Kota Binjai memiliki iklim yang sama dengan wilayah lain di indonesia, hanya dikenal dengan dua musim yaitu, musim kemarau dan musim hujan. Suhu rata-rata berkisar 30°C dengan curah hujan tertinggi terjadi di bulan Desember sebesar 342 mm³ (BPS Kec.Binjai Kota).

Kebutuhan air bersih di Kota Binjai bukan karena kurang nya air, namun yang menjadi persoalannya ialah bagaimana cara pengaturan dan pendistribusiannya.

Kebutuhan air bersih akan terus mengalami peningkatan setiap tahun, sehingga membuat manusia berusaha untuk mencari sumber air yang baik, layak dan terjamin kualitasnya, salah satu cara untuk mendapatkan sumber air yang baik adalah membuat sumur-sumur gali atau menggunakan pompa. Cara-cara seperti itu memang bisa diandalkan untuk bisa memenuhi kebutuhan air perkapitan yang meningkat sesuai dengan peningkatan taraf hidup manusia.

Hal ini merupakan tantangan bagi PDAM Tirta Sari Kota Binjai sebagai penyuplai air bersih dalam upaya meningkatkan pelayanannya, guna memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Kota Binjai.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dengan jumlah penduduk yang ada, berapakah besar kebutuhan air bersih di Kota Binjai berdasarkan peningkatan jumlah penduduk sampai 10 tahun kedepan?
2. Dengan Kapasitas Produksi air bersih di PDAM Tirta Sari saat ini, apakah memenuhi untuk menyuplai air bersih kepada penduduk di daerah Kota Binjai sampai 10 tahun kedepan?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada kebutuhan air bersih PDAM Tirta Sari untuk masyarakat di Kota Binjai.
2. Memproyeksikan kebutuhan air yang didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk dan kebutuhan air sampai dengan 10 tahun kedepan.
3. Penelitian ini tidak membahas analisa kualitas air dan pengolahan air.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui besar air bersih yang dapat di salurkan guna memenuhi kebutuhan masyarakat Kota Binjai sampai 10 tahun yang akan datang.

2. Untuk memprediksikan kecukupan air bersih yang diproduksi di PDAM Tirta Sari Kota Binjai sampai 10 tahun yang akan datang.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menambah pengetahuan dalam bidang teknik sumber daya air.
2. Hasil penulisan ini dapat dijadikan dasar PDAM Tirta Sari Kota Binjai untuk mengambil kebijakan dalam memenuhi kebutuhan air bersih.
3. Dapat menambah pengetahuan mengenai tingkat kebutuhan air bersih bagi masyarakat.
4. Sebagai bahan pembelajaran mengenai analisis kebutuhan air bersih.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pembahasan dalam penelitian ini, maka sistematika penulisan penelitian disusun dalam lima bab. Adapun sistematika penulisan penelitian adalah sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini akan mengawali penulisan dengan menguraikan latar belakang masalah yang dibahas, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan teori-teori yang digunakan sebagai landasan untuk menganalisis dan membahas permasalahan penelitian.

BAB 3. METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai langkah-langkah atau prosedur pengambilan dan pengolahan data hasil penelitian meliputi bagan alir penelitian, tempat dan waktu pelaksanaan survei, data penelitian, variabel penelitian, instrument penelitian dan metode analisis data.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari laporan penelitian berisikan langkah – langkah pengelolaan data secara tahap demi tahap (step by step) dalam mengerjakan penelitian. Pembahasan

berisikan penyusunan secara sistematis dan disertai dengan argumentasi yang memiliki dasar referensi dan data – data yang valid.

BAB 5. PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan hasil penelitian dan saran untuk perbaikan sistem pada penelitian yang dibahas.

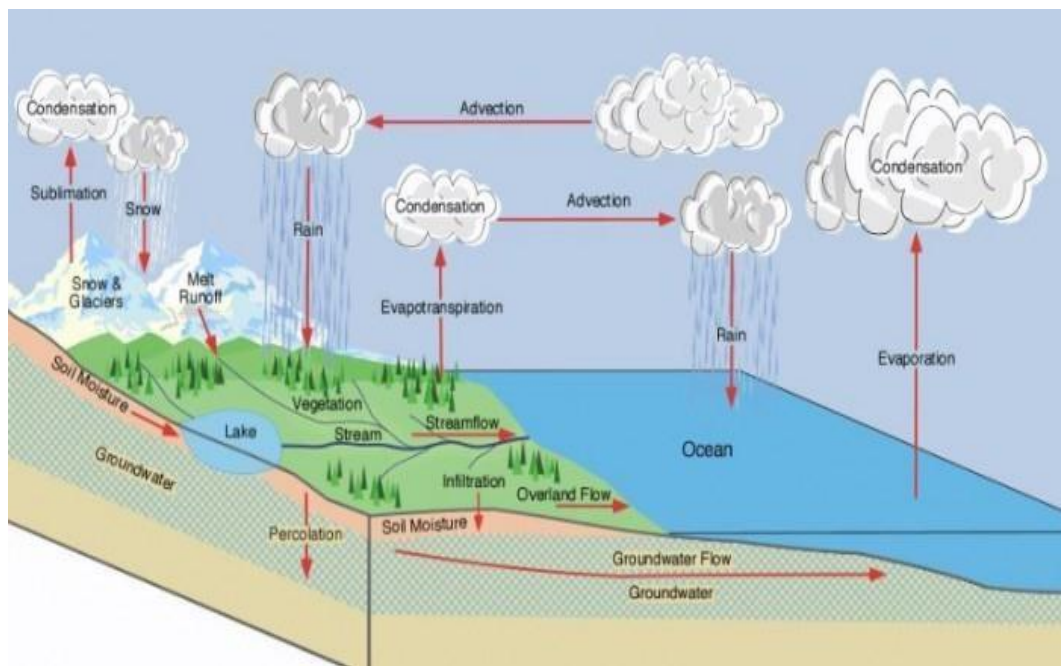
DAFTAR PUSTAKA

Memuat daftar yang berisi referensi yang digunakan sebagai bahan acuan penulisan laporan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi atau biasa disebut juga siklus air merupakan sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Siklus hidrologi dimulai dengan penguapan air laut, uap yang dihasilkan dibawa oleh udara yang bergerak. Dalam kondisi yang memungkinkan, uap air tersebut terkondensasi membentuk awan dan pada akhirnya menghasilkan presipitasi. Presipitasi yang jatuh ke bumi menyebar dengan arah yang berbeda-beda dalam beberapa cara. Sebagian besar dari presipitasi tersebut untuk sementara tertahan pada tanah di dekat tempat ia jatuh dan akhirnya dikembalikan lagi ke atmosfer oleh penguapan (*evaporasi*) dan pemeluhan (*transpirasi*) oleh tanaman.



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi (salamadian.com)

Sebagian air mencari jalannya sendiri melalui permukaan dan bagian atas tanah menuju ke sungai, sementara lainnya menembus masuk lebih jauh ke

dalam tanah menjadi bagian dari air tanah (*groundwater*). Dibawah pengaruh gaya gravitasi baik aliran air permukaan (*starface streamflow*) maupun air dalam tanah bergerak menuju tempat yang lebih rendah akhirnya dapat mengalir ke laut. Namun dari pada itu, sebagian besar air permukaan dan air bawah tanah dikembalikan ke atmosfer oleh penguapan dan pemeluhan (*transparasi*) sebelum sampai ke laut (Paulhus,1986).

2.2 Air

Air murni merupakan suatu senyawa kimia yang sangat sederhana yang terdiri dari dua atom hidrogen (H) berkaitan dengan satu atom oksigen (O). secara simbolik air dinyatakan sebagai H₂O. Air serta bahan-bahan dan energi yang terkandung di dalamnya merupakan lingkungan bagi jasad-jasad air. Pengaruhnya terhadap kehidupan yang terdapat didalamnya, yaitu:

1. Dari sifat-sifat fisiknya yaitu sebagai medium tempat hidup tumbuh-tumbuhan dan hewan
2. Dari sifat-sifat kimianya sebagai pembawa zat-zat hara yang diperlukan bagi pembentukan bahan-bahan organik oleh tumbuh-tumbuhan dengan produksi primernya.

Sifat-sifat inilah yang memisahkan lingkungan air dan lingkungan udara. Berat jenis, panas jenis, kekentalan dan tegangan permukaan adalah faktor-faktor yang paling banyak mempengaruhi kehidupan. Berat jenis air murni adalah 775 kali lebih besar dari udara (0 C,760 mmhg). Demikian pula pengaruhnya terhadap daya apung suatu benda.

Air mempunyai sifat khusus di diantara zat-zat cair, karena molekul-molekulnya cenderung membentuk kelompok atau akregasi akibat sifat-sifat listriknya dan sifat-sifat tersebut tergantung pada suhu. Pada suhu rendah molekul-molekul air tersusun dalam bidang empat, yaitu satu molekul berada di tengah-tengah dan empat molekul disudut suatu bidang empat. struktur seperti ini terdapat dalam bentuk es. Dalam bentuk cair bidang empat ini rusak dan membentuk agregasi, yang dengan bertambahnya suhu sedikit demi sedikit

berubah kedalam keadaan peralihan sampai akhirnya pada bentuk bola yang mempunyai susunan yang rapat. Susunan bidang empat mempunyai volume yang terbesar dan berat jenis yang terbesar.(Darmayasa dkk, 2018).

Jika hanya proses ini yang terjadi maka volume akan berkurang atau berat jenis akan bertambah pada waktu pemanasan. Akan tetapi penuaian zat cair juga terjadi pada waktu yang bersamaan.

Tabel 2.1 Beberapa Sifat Air (Ghufran dan Andi, 2010).

Sifat	Air Perbandingan Dengan Zat Lain
Tegangan permukaan	Paling tinggi dari semua zat cair pada umumnya
Penghantaran panas	Paling tinggi dari semua zat cair pada umumnya, kecuali air raksa
Viskositas	Relatif rendah untuk suatu zat cair (menurun dengan meningkatnya)
Panas laten penguapan, jumlah pertambahan atau kehilangan panas persatuan massa oleh perubahan zat dari	Paling tinggi dari semua zat pada umumnya.
Panas laten peleburan, jumlah pertambahan atau kehilangan panas persatuan massa oleh perubahan zat dari	Paling tinggi dari semua zat pada umumnya dan sebagian besar zat padat
Kapasitas panas jumlah kebutuhan panas untuk menaikkan suhu 1 g zat 1o C	Paling tinggi dari semua zat cair pada umumnya.
Kerapatan: massa persatuan volume (gram/cm ³ atau gram/ml)	Berat jenis ditentukan oleh: (1) suhu;(2) salinitas; (3) tekanan. Berat Jenis maksimum air murni adalah pada 4oC. Untuk air laut, titik beku menurun dengan meningkatnya salinitas.
Kemampuan melarutkan	Melarutkan zat dalam jumlah lebih besar dari pada zat cair lain pada umumnya.

2.2.1 Air Bersih

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No.416 Tahun 1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Kualitas air harus memenuhi syarat kesehatan

yang meliputi persyaratan mikrobiologi, fisika, kimia, dan radioaktif.(Tanudjaja dkk, 2018)

2.2.2 Persyaratan Air Bersih

Terdapat beberapa persyaratan yang harus dipenuhi dalam penyediaan air bersih. Persyaratan tersebut meliputi persyaratan kualitatif, kuantitatif, dan kontinuitas.

a. Persyaratan kualitatif terdiri dari persyaratan fisik

Persyaratan kualitatif terdiri dari persyaratan fisik, kimia, biologis, dan radiologis. Syarat-syarat tersebut meliputi syarat fisika seperti tidak bewarna, berbau, dan berasa, serta syarat kimia baik kimia organik, kimia organik, mikrobiologis, dan radioaktif.

b. Persyaratan Kuantitatif

Persyaratan kuantitatif dalam penyediaan air bersih ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Air baku merupakan air yang dapat berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan/atau air hujan yang memenuhi baku mutu tertentu (PP Nomor 16 Tahun 2005). Semakin banyak air baku yang tersedia, semakin banyak kebutuhan air yang dapat dipenuhi.

c. Persyaratan Kontinuitas

Persyaratan kontinuitas berhubungan erat dengan kuantitas dan kualitas air yang digunakan menjadi air baku. Air baku yang digunakan harus dapat diambil secara terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap.

2.3 Sumber Air

Menurut (Paresa, 2017) sumber-sumber air ada empat yaitu :

1. Air Laut

Luas permukaan bumi dua per tiganya adalah lautan, namun dengan jumlah tersebut tidaklah mudah air laut dapat dimanfaatkan sebagai air baku untuk diolah untuk air bersih. Air laut memiliki kadar garam NaCl yang bersifat asin

sebanyak 3%. Dengan keadaan seperti itu maka air laut tidak dapat memenuhi syarat untuk diminum.

2. Air Atmosfer, Air Meterologi

Dalam keadaan murni, sangat bersih, karena dengan adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran-kotoran industri/debu dan lain sebagainya. Maka untuk menjadikan air hujan sebagai sumber air minum hendaknya pada waktu menampung air

hujan jangan dimulai pada saat hujan mulai turun, karena masih banyak mengandung kotoran.

Selain itu air hujan mempunyai sifat agresif terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi (karatan)

3. Air Permukaan

Adalah air hujan yang mengalir dipermukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun- daun, kotoran industri kota dan sebagainya.

Beberapa pengotoran ini, untuk masing-masing air permukaan akan berbeda-beda, tergantung pada daerah pengaliran air permukaan ini. Jenis pengotorannya adalah merupakan kotoran fisik, kimia dan bakteriologi.

Setelah mengalami suatu pengotoran, pada suatu air permukaan itu akan mengalami suatu proses pembersihan sendiri yang dapat dijelaskan sebagai berikut: udara yang mengandung Oksigen atau gas O₂ akan membantu mengalami proses pembusukan yang terjadi pada air permukaan yang telah mengalami pengotoran, karena selama dalam perjalanan, O₂ akan meresap ke dalam air permukaan.

Panjang daerah perusakan ini tergantung pada:

- Sifat dan banyak pengotoran
- ✓ Aliran sungai

✓ Suhu/ *Temperature*

➤ Kadar oksigen yang terlarut

Air permukaan terdiri dari 2 macam, yaitu:

a. Air Sungai

Dalam penggunaannya sebagai air minum, haruslah mengalami suatu pengolahan yang sempurna, mengingat bahwa air sungai ini pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang tinggi sekali. debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan akan air minum pada umumnya dapat mencukupi.



Gambar 2.2 Air Sungai (Kompasiana.com)

b. Air Rawa/ Danau

Kebanyakan air rawa ini berwarna yang disebabkan oleh adanya zat-zat organik yang telah membusuk, misalnya asam humus yang larut dalam air yang menyebabkan warna kuning coklat. Dengan adanya pembusukan kadar zat organik tinggi, maka kadar Fe dan Mn akan tinggi dan dalam keadaan kelarutan O₂ sangat kurang (anaerob), maka unsur-unsur Fe dan Mn ini akan larut. Pada permukaan air akan tumbuh algae (lumut) karena adanya sinar matahari dan O₂.

Untuk mengambil air, sebaiknya pada kedalaman tertentu di tengah rawa/ danau, agar tidak terdapat endapan-endapan Fe dan Mn yang terbawa saat pengambilan. Demikian juga lumut yang ada pada permukaan rawa/danau.



Gambar 2.3 Air Rawa (manfaat.co.id)

4. Air Tanah

Air tanah adalah air yang menempati rongga-rongga dalam lapisan geologi. Lapisan tanah yang terletak di bawah permukaan air tanah dinamakan daerah jenuh (saturated zone), sedangkan daerah tidak jenuh terletak di atas daerah jenuh sampai ke permukaan tanah, yang rongga-rongganya berisi air dan udara. Karena air tersebut meliputi lengas tanah (soil moisture) dalam daerah perakaran (root zone), maka air mempunyai arti yang sangat penting bagi pertanian, botani dan ilmu tanah. Antara daerah jenuh dan daerah tidak jenuh tidak ada garis batas yang tegas, karena keduanya mempunyai batas yang independen, di mana air dari kedua daerah tersebut dapat bergerak ke daerah yang lain atau sebaliknya. Air tanah merupakan sumber daya penting dalam penyediaan air di seluruh dunia. Penggunaannya dalam irigasi, industri dan air minum makin meluas. (Tahsurur, 2018)

Sedangkan menurut (Paresa, 2017) air tanah dibedakan menjadi:

➤ Air Tanah Dangkal

Terjadi karena adanya proses peresapan air dari permukaan tanah, lumpur akan tertahan, demikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang terlarut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu untuk

masing-masing lapisan tanah. Lapisan tanah di sini berfungsi sebagai saringan. Di samping penyaringan, pengotoran juga masih terus berlangsung, terutama pada muka air yang dekat dengan muka tanah, setelah menemui lapisan rapat air, air akan terkumpul merupakan air tanah dangkal di mana air tanah ini dimanfaatkan untuk sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal.

➤ Air Tanah Dalam

Terdapat setelah lapis rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam, tak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus digunakan bor dan memasukkan pipa kedalamnya sehingga dalam suatu kedalaman (biasanya antara 100-300 m) akan didapatkan suatu lapis air.

Jika tekanan air tanah ini besar, maka air dapat menyembur ke luar dan dalam keadaan ini, sumur ini disebut dengan sumur artesis. Jika air tak dapat ke luar dengan sendirinya, maka digunakan pompa untuk membantu pengeluaran air tanah dalam ini.

➤ Mata Air

adalah air tanah yang ke luar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam, hamper tidak terpengaruh oleh musim dan kualitas/kualitasnya sama dengan keadaan air dalam.

Berdasarkan keluarnya (mata air) terbagi atas:

- Rembesan, dimana air ke luar dari lereng-lereng gunung.
- Umbul, di mana air ke luar ke permukaan pada suatu dataran.

2.4 Air Minum

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 907 Tahun 2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. (Hartono, 2016)

PDAM menyediakan air yang didistribusikan melalui pipa dan pengawasan kualitas air minum dilaksanakan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota melalui pengamatan lapangan atau inspeksi sanitasi, dan pengambilan sampel untuk

pemeriksaan kualitas kimiawi dan titik pengambilan sampel air.

90% dari populasi dunia telah memiliki akses untuk air minum yang layak untuk diminum dan bebas dari kontaminasi (*improved water source*) sedangkan sisanya masih belum mendapatkan akses untuk air dengan kualitas yang layak. Air yang terkontaminasi dapat membawa penyakit seperti diare, kolera, disentri, demam tifoid, dan polio.

2.5 Syarat-syarat air minum

Pada umumnya syarat-syarat ditentukan pada beberapa standar (patokan) yang terdapat pada beberapa Negara berbeda-beda menurut :

- Kondisi Negara masing-masing.
- Perkembangan ilmu pengetahuan.
- Perkembangan teknologi.

Dengan demikian dikenal beberapa standar air minum, antara lain :

- American drinking Water Standard.
- British Drinking Water Standard.
- W.H.O. Drinking Water Standard.

Dari segi kualitas, air minum harus memenuhi :

a. Syarat Fisik

- ✓ Air tidak boleh berwarna.
- ✓ Air tidak boleh berasa
- ✓ Air tidak boleh berbau.
- ✓ Suhu air hendaknya di bawah sela udara (sejuk $\pm 25^{\circ}\text{C}$).
- ✓ Air harus jernih.

Syarat-syarat kekeruhan dan warna harus dipenuhi oleh setiap jenis air minum dimana dilakukan penyaringan dalam pengolahannya. Kadar yang disyaratkan dan tidak boleh dilampaui adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2 Syarat-syarat kadar kekeruhan dan warna untuk air minum

(Tatok dan Suciastuti, 2004).

	Kadar (bilangan) yang diisyaratkan	Kadar (bilangan) yang tidak boleh dilampaui
Keasamaan sebagai PK	7,0-8,5	Dibawah 6,5 dan diatas 9,5
Bahan-bahan padat	Tidak melebihi 50 mg/l	Tidak melebihi 1.500 mgl
Warna (skala Pt CO)	Tidak melebihi kesatuan	Tidak melebihi 50 kesatuan
Rasa	Tidak mengganggu	-
Bau	Tidak mengganggu	-

b. Syarat-syarat Kimia

Air minum tidak boleh mengandung racun, zat-zat mineral atau zat-zat kimia tertentu dalam jumlah melampaui batas yang telah ditentukan.

c. Syarat-syarat Bakteriologik

Air minum tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (pathogen) sama sekali dan tidak boleh mengandung bakteri-bakteri golongan Coli melebihi batas-batas yang telah ditentukan yaitu 1 Coli/100 ml air.

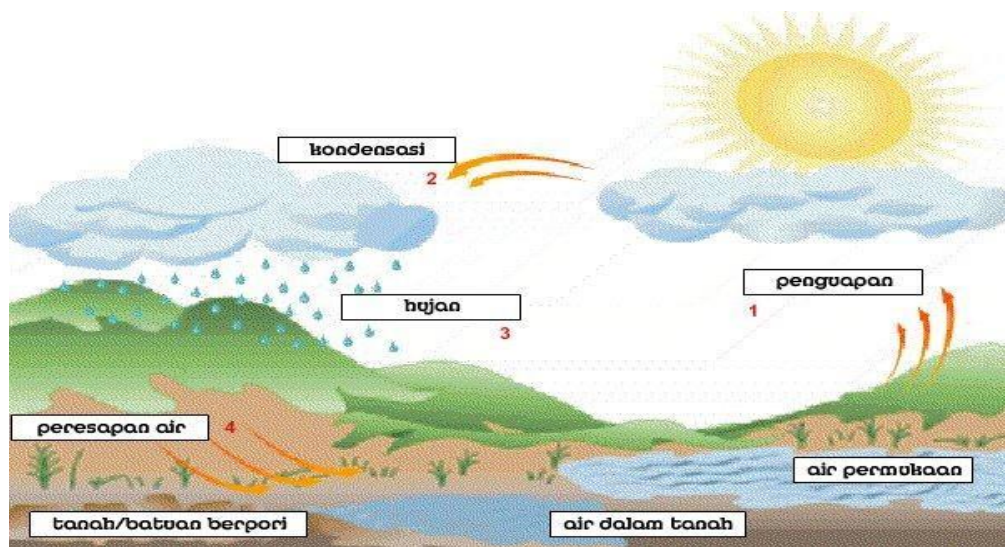
Bakteri golongan Coli ini berasal dari usus besar (faeces) dan tanah. Bakteri pathogen yang mungkin ada dalam air tanah antara lain :

- *Bakteri typhsum*
- *Vibrio colerae*
- *Bakteri dysentriae*
- *Entamoeba hystolitica*

2.6 Terjadinya Air Tanah

Untuk menguraikan terjadinya air tanah diperlukan peninjauan kembali bagaimana dan dimana air tanah tersebut berada. Distribusinya di bawah permukaan tanah dalam arah vertikal dan horizontal harus dimasukkan dalam pertimbangan. Zona geologi yang sangat mempengaruhi air tanah, dan strukturnya dalam arti kemampuannya untuk menyimpan dan menghasilkan air harus diidentifikasi.

Dengan anggapan bahwa kondisi hidrologi menyediakan air kepada zona bawah tanah, maka lapisan-lapisan bawah tanah akan melakukan distribusi dan mempengaruhi gerakan air tanah, sehingga peranan geologi terhadap air tanah tidak dapat diabaikan.



Gambar 2.4 Proses Terjadinya Air Tanah

2.6.1 Asal Air Tanah

Hampir semua air tanah dapat dianggap sebagai bagian dari daur hidrologi, termasuk air permukaan dan air atmosfer. Sejumlah kecil air tanah yang berasal dari sumber lain dapat pula masuk kedalam dasar tersebut.

Air *connate* adalah air yang terperangkap dalam rongga-rongga batuan sedimen pada saat diendapkan. Air tersebut dapat berasal dari air laut atau air tawar, dan bermineral tinggi. Air yang berasal dari magma gunung berapi atau kosmik yang bercampur dengan air terestik dinamakan air juvenile. Dilihat

menurut sumbernya, air juvenile dapat disebut air magma, air vulkanik atau air kosmik.

2.6.2 Sifat-sifat Batuan Yang Mempengaruhi Air Tanah

Air tanah berada dalam formasi geologi yang tembus air (*permeable*) yang dinamakan akuifer, yaitu formasi-formasi yang mempunyai struktur yang memungkinkan adanya gerakan air melaluinya dalam kondisi medan (*field-condition*) biasa. Sebaliknya formasi yang sama sekali tidak tembus air (*impermeable*) dinamakan aquiclude. Formasi tersebut mengandung air tetapi tidak memungkinkan adanya gerakan air yang melaluinya, sebagai contoh air dalam tanah liat.

Aquifuge adalah formasi kedap air yang tidak mengandung atau mengalirkan air, danyang termasuk dalam kategori ini adalah granit yang keras.

Bagian batuan yang tidak terisi oleh bagian padatnya akan diisi oleh air tanah. Ruang- ruang tersebut dinamakan rongga-rongga atau pori-pori. Karena rongga-rongga tersebut dapat bekerja sebagai pipa air tanah, maka rongga-rongga tersebut ditandai oleh besarnya, bentuknya, ketidakteraturannya (*irregularity*) dan distribusinya. Rongga-rongga primer terbentuk selama proses geologi yang mempengaruhi asal dari formasi geologi, yang didapatkan pada batuan sedimen dan batuan beku. Rongga-rongga sekunder terjadi setelah batuan terbentuk; sebagai contoh *joints, fractures*, lubang-lubang yang dibuat oleh binatang dan tumbuh-tumbuhan. Mengingat besarnya rongga-rongga tersebut dapat diklasifikasikan sebagai kapiler, super kapiler dan sub kapiler. Rongga-rongga kapiler cukup kecil, sehingga menimbulkan adanya tegangan permukaan yang menahan air. Rongga-rongga super kapiler lebih besar daripada rongga-rongga kapiler, sedangkan rongga-rongga sub kapiler lebih kecil, sehingga dapat menahan air karena gaya-gaya adhesinya. Porositas batuan atau tanah merupakan ukuran rongga-rongga yang terdapat didalamnya. Ini dinyatakan dalam persentasi antara ruang-ruang kosong terhadap volume massa, maka :

$$n = \frac{100 \cdot W}{V} \quad (2-1)$$

Dengan : n = Porositas.

W = Volume air yang diperlukan untuk mengisi semua lubang-lubang pori.

V = Volume total batuan tau tanah.

Tabel 2.3 Porositas Beberapa bahan Sedimen (Soemarto, 1995).

Bahan	Porositas (%)
Tanah	50-60
Tanah liat	45-55
Lanan (silt)	40-50
Pasir medium sampai kasar	35-40
Pasir berbutir serba sama (uniform)	30-40
Pasir halus sampai medium	30-35
Kerikil	30-40
Kerikil berpasir	20-35
Batu pasir	10-20
Shale	1-10
Batu kapur	1-10

2.7 Gerakan Air Tanah

Gerakan air tanah dalam keadaan sebenarnya tidak berubah. Gerakan tersebut dikuasai oleh prinsip-prinsip hidrolika yang telah tersusun baik. Terhadap aliran tanah lewat akuifer, yang pada umumnya merupakan media tiris, dapat diberlakukan hukum Darcy. Permeabilitas, yang merupakan ukuran kemudahan aliran lewat media tersebut, merupakan konstanta yang penting dalam persamaan aliran. Penentuan besarnya permeabilitas secara langsung dapat dilakukan melalui pengukuran-pengukuran dilapangan atau di laboratorium. Informasi mengenai gerakan air tanah dapat diperoleh dengan memberikan suatu zat ke dalam aliran

yang kemudian dirumut dalam ruang dan waktu. Dari hukum Darcy dan persamaan kontinuitas persamaan umum aliran air tanah dapat di cari.

- **Hukum Darcy**

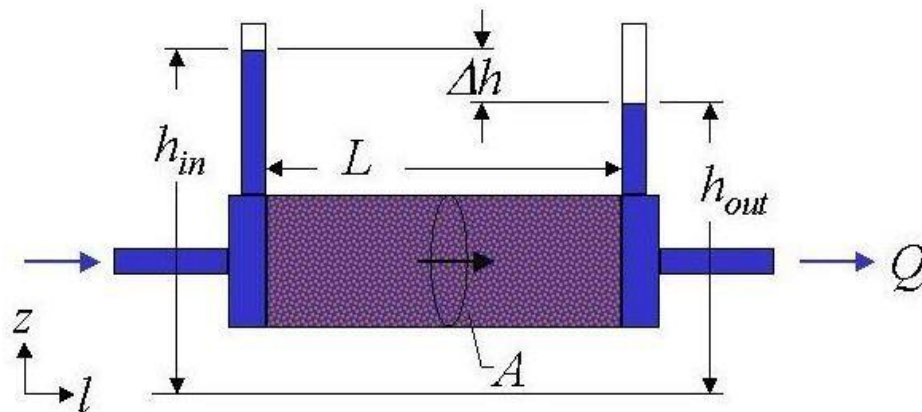
Lebih seabad yang lalu Henry Darcy, seorang ahli bangunan air dari Dijon (Perancis), telah melakukan penyelidikan terhadap aliran air lewat lapisan pasir horizontal yang digunakan sebagai filter air.

Hukum Darcy adalah persamaan yang mendefinisikan kemampuan suatu fluida mengalir melalui media berpori seperti batu. Hal ini bergantung pada prinsip bahwa jumlah aliran antara dua titik adalah berbanding lurus dengan perbedaan tekanan antara titik-titik dan kemampuan media melalui yang mengalir untuk menghambat arus. Berikut tekanan mengacu pada kelebihan tekanan lokal atas tekanan hidrostatis cairan normal yang karena gravitasi, meningkat dengan mendalam seperti di kolom berdiri air. Ini faktor impedansi aliran ini disebut sebagai permeabilitas. Dengan kata lain, hukum Darcy adalah hubungan proporsional sederhana antara tingkat debit sesaat melalui media berpori dan penurunan tekanan lebih dari jarak tertentu.

Eksperimen yang telah dilakukan oleh Darcy tersebut dapat diperiksa dengan melakukan percobaan mengalirkan air dengan debit sebesar Q lewat silinder berpenampang melintang A yang diisi pasir dan mempunyai dua buah pipa piezometer berjarak L antara yang satu dengan yang lainnya (lihat Gambar 2.5). Energi total, atau potensial benda cair, di atas bidang datum dinyatakan dengan persamaan Bernoulli sebagai berikut :

$$\frac{p^1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{p^2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 + h_L \quad (2-2)$$

- Dimana :
- ρ = Tekanan
 - g = Percepatan Gravitasi
 - ρg = Berat Jenis Benda Cair
 - Z = Elevasi
 - h_L = Kehilangan Energi



Gambar 2.5 Ekpresi Hukum Darcy

Indeks 1 dan 2 menunjukkan tempat pengamatan seperti yang terlihat pada Gambar 2.5. Karena kecepatan air di dalam tanah sangat kecil, V dapat diabaikan sehingga rumus (2-3) dapat ditulis sebagai berikut:

$$h_L \left(\frac{p_1}{\rho g} + z_1 \right) - \left(\frac{p_2}{\rho g} + z_2 \right) \quad (2-3)$$

Atau

$$h_L = P_1 - P_2 \quad (2-4)$$

- Dimana :
- ρ = Tekanan
 - g = Percepatan Gravitasi
 - ρg = Berat Jenis Benda Cair
 - z = Elevasi
 - h_L = Kehilangan Energi
 - P_1 = Potensi di 1
 - P_2 = Potensi di 2

Terlihat bahwa h_L merupakan kehilangan potensial dalam silinder pasir, yang disebabkan oleh adanya tahanan geser. Kehilangan potensial tersebut tidak tergantung kepada kemiringan silinder pasir. Dari perhitungan-perhitungan yang dilakukan oleh Darcy terdapat proporsionalitas antara Q dan hL dan antara Q dan $1/L$. Jika proporsionalitas itu dianggap konstan dan dinyatakan dengan k didapat persamaan :

$$Q = K \cdot A \frac{hL}{L} \quad (2-5)$$

Dalam bentuk umum :

$$Q = K \cdot A \frac{dh}{dl} \text{ dan jika } \frac{Q}{A} v = \text{ maka } = K \frac{dh}{dl} \quad (2-6)$$

Dengan :

- Q = Laju Aliran Air (volume perwaktu)
- K = Koefisien Permeabilitas
- $\frac{dh}{dl}$ = Gradient Hidrolik
- v = Kecepatan Aliran
- A = Luas Penampang

Rumus (2-6) merupakan rumus Hukum Darcy, yang menyatakan bahwa kecepatan aliran sama dengan perkalian antara konstanta k , yang telah diketahui sebagai koefisien permeabilitas dengan gradient hidrolik (Soemarto, 1995).

2.8 Sungai

Sungai adalah daerah yang dilalui badan air yang bergerak dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah dan melalui permukaan atau bawah tanah. Karena itu, dikenal istilah sungai dan sungai bawah tanah. Dalam penulisan ini yang dibahas hanya sungai permukaan. Sungai dapat dibedakan, yaitu hulu, hilir, dan muara.



Gambar 2.6 Sungai Bingai

Sungai bagian hulu dapat dicirikan dengan badan sungai yang dangkal dan sempit, tebing curam dan tinggi, berair jernih dan mengalir cepat. Sungai bagian hilir umumnya lebih lebar, tebingnya curam atau landai, badan air dalam, keruh, aliran air lambat. Sedangkan muara adalah bagian sungai yang berbatasan dengan laut. Di bagian sungai ini mempunyai tebing landai dan dangkal, badan air dalam, keruh serta mengalir lambat (Ghufran dan Andi, 2010).

2.9 Kota Binjai

Wilayah Kota Binjai, merupakan kota dengan ketinggian rata-rata ± 28 meter di atas permukaan laut, dengan luas wilayah berupa daratan seluas $90,23 \text{ km}^2$. Terdiri dari 5 Kecamatan yaitu, Binjai Selatan, Binjai Utara, Binjai Timur, Binjai Barat, Binjai Kota. Dengan total Jumlah Penduduk 283.842 jiwa. (Badan Pusat Statistik Kota Binjai, 2021).

2.9.1 Aspek Fisik

2.9.1.1 Letak dan Batas Geografis

Kecamatan Binjai Kota, secara geografis terletak pada posisi $3^{\circ} 31' 40'' - 3^{\circ} 40' 2''$ Lintang Utara $98^{\circ} 27' 3'' - 98^{\circ} 32' 32''$ Bujur Timur. Secara administratif wilayah Kota Binjai memiliki batas-batas area sebagai berikut:

- a. Utara : Berbatasan dengan Hamparan Perak, Deli Serdang
- b. Selatan : Berbatasan dengan Sunggal, Deli Serdang

- c. Timur : Berbatasan dengan Kutalimbaru, Deli Serdang
- d. Barat : Berbatasan dengan Selesai, Langkat

2.9.1.2 Iklim

Kota Binjai adalah daerah yang beriklim tropis dengan 2 musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Suhu rata-rata berkisar 28⁰ C dengan curah hujan maksimum 342 mm. (BPS Kota Binjai, 2021).

2.9.2 Aspek Lingkungan

2.9.2.1 Fasilitas Kota

a. Fasilitas Pendidikan

Sarana pendidikan yang terdapat di wilayah Kota Binjai, terdiri dari Sekolah Dasar sampai dengan Perguruan Tinggi. Jenis dan fasilitas Kota Binjai terperinci dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 2.4 Fasilitas-Fasilitas Pendidikan Kota Binjai

No	Jenis Sarana	Jumlah	Jumlah Siswa dan Guru
1.	Sekolah Dasar (SD)	165	32.814
2.	Madrasah Ibtidaiyah (MI)	11	2968
3.	Sekolah Menengah Pertama (SMP)	53	15.872
4.	Madrasah Tsanawiyah (MTs)	19	3911
5.	SMA/SMK	30	20.617
6.	Madrasah Aliyah (MA)	8	2237
	Total	286	78.419

Sumber : BPS Kota Binjai dalam angka 2021

b. Fasilitas Peribadatan

Kota Binjai memiliki mayoritas penduduk beragama Islam, selain itu di Kota Binjai terdapat juga agama Kristen, dan Budha. Fasilitas Peribadatan di Kota Binjai meliputi Masjid, Musholla, Gereja, dan Vihara yang terperinci dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 2.5 Fasilitas-Fasilitas Peribadatan yang ada di Kota Binjai

No	Jenis Sarana	Jumlah Tempat Beribadah
1.	Masjid	192
2.	Musholla	173
3.	Gereja	65
4.	Vihara	10
	Total	440

Sumber : BPS Kota Binjai angka 2021

c. Fasilitas Kesehatan

Fasilitas kesehatan yang melayani kebutuhan masyarakat Kota Binjai terdiri dari Rumah Sakit, Puskesmas, Apotik, Klinik, Posyandu yang terperinci dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 2.6 Fasilitas-Fasilitas Kesehatan yang ada di Kota Binjai

No	Jenis Sarana	Jumlah	Jumlah Tempat Tidur
1.	Rumah Sakit	8	680
2.	Puskesmas	8	-
3.	Puskesmas pembantu	17	-
4.	Apotek	22	-
5.	Poliklinik	21	-
	Total	76	680

Sumber : BPS Kota Binjai dalam angka 2021

d. Fasilitas Perkantoran

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Binjai tahun 2021, jumlah total pegawai yang bekerja pada instansi pemerintah berjumlah 4451 orang.

2.10 Sistem Air Bersih Yang Ada

Ditinjau dari cara pengadaan air untuk berbagai macam keperluan bagi masyarakat Kota Binjai dapat digolongkan atas beberapa macam, yaitu :

1. Sistem Individu

Sistem pengadaan air bersih secara individu pada umumnya menggunakan sumur-sumur terbuka maupun sumur bor dangkal. Cara ini dilakukan pada bagian kota yang belum terjangkau sistem air bersih dari PDAM. Mengenai kualitas airnya ditinjau dari segi fisiknya, air sumur yang ada pada umumnya tidak memenuhi syarat kimianya dan tidak dapat dipertanggung jawab kan terhadap aspek kesehatan, sedangkan kuantitasnya kadang-kadang masih sering mengalami kekeringan pada musim kemarau yang panjang.

2. Sistem Air Bersih (PDAM)

IPA Marcapada, di Kota Binjai berbentuk Perusahaan daerah (BUMD) dengan volume Air yang diproduksi sebsar 170 l/s. Sumber air PDAM Tirta Sari Kota Binjai berasal dari sungai Bingai, yang langsung di distribusikan langsung kepada penduduk setelah melalui proses penjernihan.

2.11 Sejarah PDAM Tirta Sari

PDAM Tirtas Sari Binjai adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang pengelolaan dan pendistribusian air minum untuk daerah kota Binjai dan sekitarnya.

Perusahaan air minum PDAM Tirta Sari Binjai didirikan pada tanggal 2 Juni 1980 yang telah disahkan oleh Surat Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Sumatera Utara dengan Surat Keputusan No. 365 I GSU tanggal 15 Juni 1976. Perusahaan Daerah Air Minum Tita Sari Binjai merupakan peleburan dari seksi air minum Kota Madya daerah tingkat I Binjai tahun 1975 dimana daerah tingkat II diwajibkan mengalihkan bentuk perusahaan air minum dari seksi air minum menjadi Perusahaan Daerah.

2.12 Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Menurut Jumlah Penduduk

Kebutuhan air bersih merupakan kebutuhan yang sangat perlu di perkirakan untuk sekarang maupun untuk kedepan. Akan tetapi, memperkirakan besarnya kebutuhan air bersih, jumlah penduduk hingga tahun 2031 harus diperkirakan

terlebih dahulu. Memperkirakan jumlah penduduk yang akan datang sangat penting dalam memperhitungkan jumlah air baku pada tahun 2031. Jumlah penduduk mempengaruhi tingkat kebutuhan air bersih, maka semakin meningkatnya populasi penduduk dari masa ke masa akan mengakibatkan peningkatan akan kebutuhan air bersih di masa yang akan datang.

Perkiraan dan pertambahan jumlah penduduk erat sekali hubungannya dengan perencanaan suatu sistem penyediaan air bersih pada suatu daerah. Perkembangan dan pertambahan jumlah penduduk akan menentukan besarnya kebutuhan air bersih dimasa yang akan datang, dimana hasilnya merupakan pendekatan dari hasil sebenarnya.

Dalam memperkirakan jumlah penduduk dimasa yang akan datang, kita dapat ditentukandengan tiga metode yaitu:

1. Metode Arimatika
2. Metode Geometrik
3. Metode *Least-Square*

2.12.1 Metode Arithmatik

Metode perhitungan dengan cara aritmatik didasarkan pada kenaikan rata-rata jumlah penduduk dengan menggunakan data terakhir dan rata-rata sebelumnya. Dengan cara ini perkembangan dan pertambahan penduduk akan bersifat linier. Perhitungan ini menggunakan persamaan berikut :

$$P_n = P_o (1+r.n) \quad (2-7)$$

$$r = \frac{1}{n} \left(\frac{P_n}{P_o} - 1 \right) \quad (2-8)$$

- Dimana :
- P_n = Jumlah penduduk pada tahun (n)
 - P_o = jumlah penduduk yang diketahui pada tahun terakhir
 - r = Laju pertumbuhan penduduk
 - n = Periode waktu dalam tahun

2.12.2 Metode Geometrik

Perhitungan perkembangan populasi berdasarkan pada angka kenaikan penduduk rata – rata pertahun. Presentase pertumbuhan penduduk rata – rata dapat dihitung dari data sensus tahun sebelumnya. Persamaan yang digunakan untuk metode Geometrik ini adalah :

$$P_n = P_o (1 + r)^n \quad (2-9)$$

$$r = \left(\frac{P_n}{P_o} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \quad (2-10)$$

Dimana : P_n = Jumlah penduduk pada tahun ke (n)
 P_o = Jumlah penduduk pada tahun dasar
 r = Laju pertumbuhan penduduk
 n = Periode waktu dalam tahun

2.12.3 Metode Least Square

Metode ini umumnya digunakan pada daerah yang tingkat pertumbuhan penduduk cukup tinggi. Perhitungan pertumbuhan jumlah penduduk dengan metode ini didasarkan pada data tahun-tahun sebelumnya dengan menganggap bahwa pertumbuhan jumlah penduduk suatu daerah disebabkan oleh kematian, kelahiran, dan migrasi. Persamaan untuk metode ini adalah:

$$Y = a.X+b \quad (2.11)$$

Dengan : Y = Nilai variabel berdasarkan garis regresi
 X = Variabel independen
 a = Konstanta
 b = Koefisien arah regresi linier

Tabel 2.7 Jumlah kebutuhan air maksimum per orang/hari menurut kelompok jumlah penduduk

Jumlah Penduduk (satuan 10.000 orang)	Kebutuhan Air (liter/orang/hari)
Kurang dari satu	150-300
1-5	200-350
5-10	250-400
10-30	300-450
30-100	350-500
Lebih dari 100	Lebih dari 400

Sumber: (Maindoka, 2011).

Tabel 2.8 Jumlah air yang dipakai per orang dan waktu pemakaiannya menurut jenis gedung

No	Jenis gedung	Pemakaian air rata-rata per hari (liter)	Waktu pemakaian air rata-rata (jam)	Keterangan
1.	Kantor	100-120	8	Per karyawan
2.	Rumah Sakit	250-1000	10	Per tempat tidur (pasien luar:81 Karyawan: 1201 Perawat:1601)
3.	Gedung bioskop dan sandiwara	10	3	Per pengunjung
4.	Toko, department store	3	8	Per pengunjung (karyawan :100 1 karyawan penghuni :160 1)
5.	Rumah makan	15	7	-
6.	Cafeteria	30	5	-
7.	Perumahan	160-250	8-10	Per penghuni
8.	Hotel, losmen	150-300	10	Per tamu

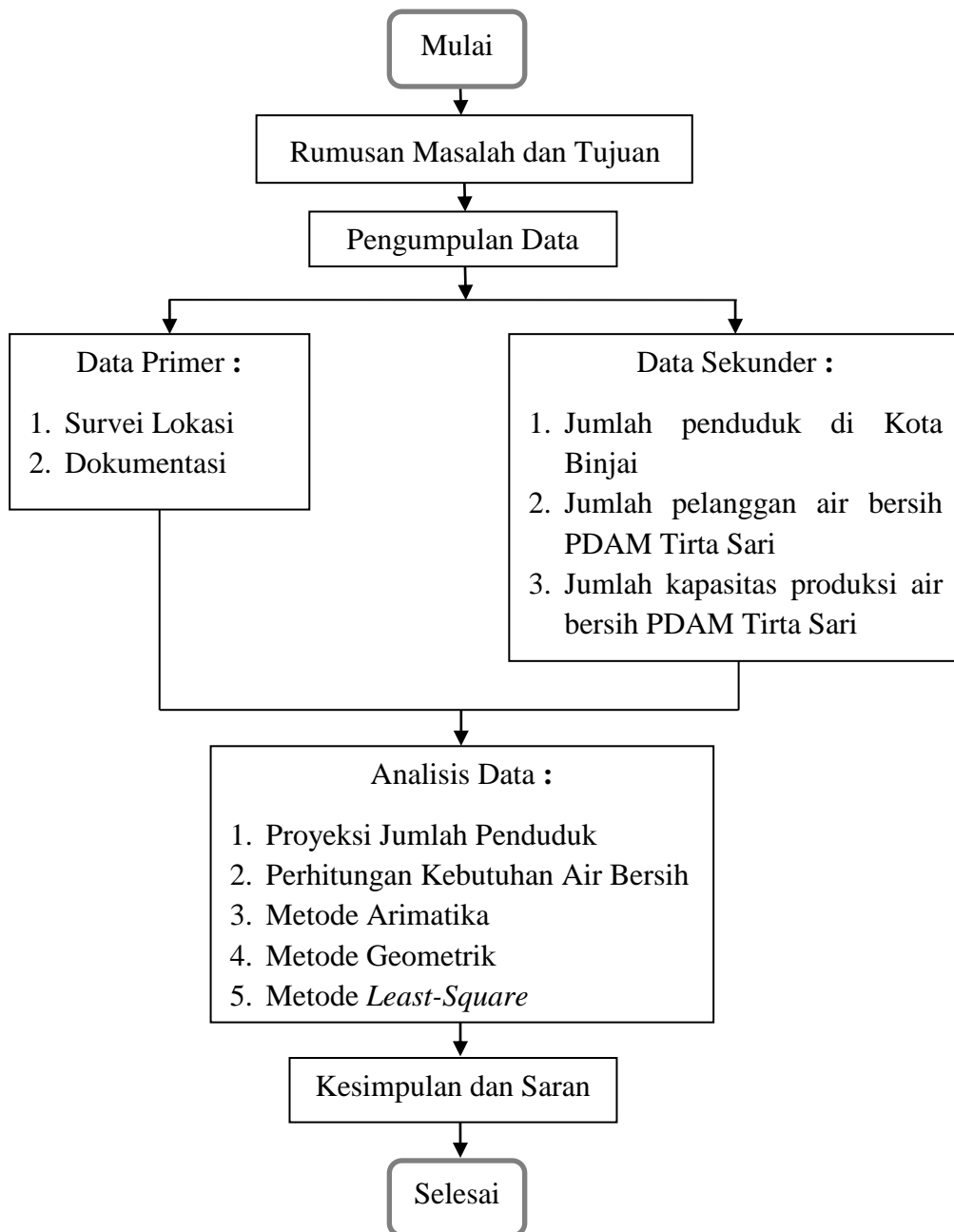
9.	Sekolah dasar, sekolah lanjutan	40-50	5-6	Per murid
10.	Laboratorium	100-200	8	Per karyawan
11.	Pabrik	60-140	8	Per orang per shif (pria: 80 1 wanita: 100 1)
12.	Stasiun kereta api	3	15	Per penumpang
13.	Masjid	1000-2000	10	Perorang

Sumber: (Maindoka, 2011).

BAB 3
METODE PENELITIAN

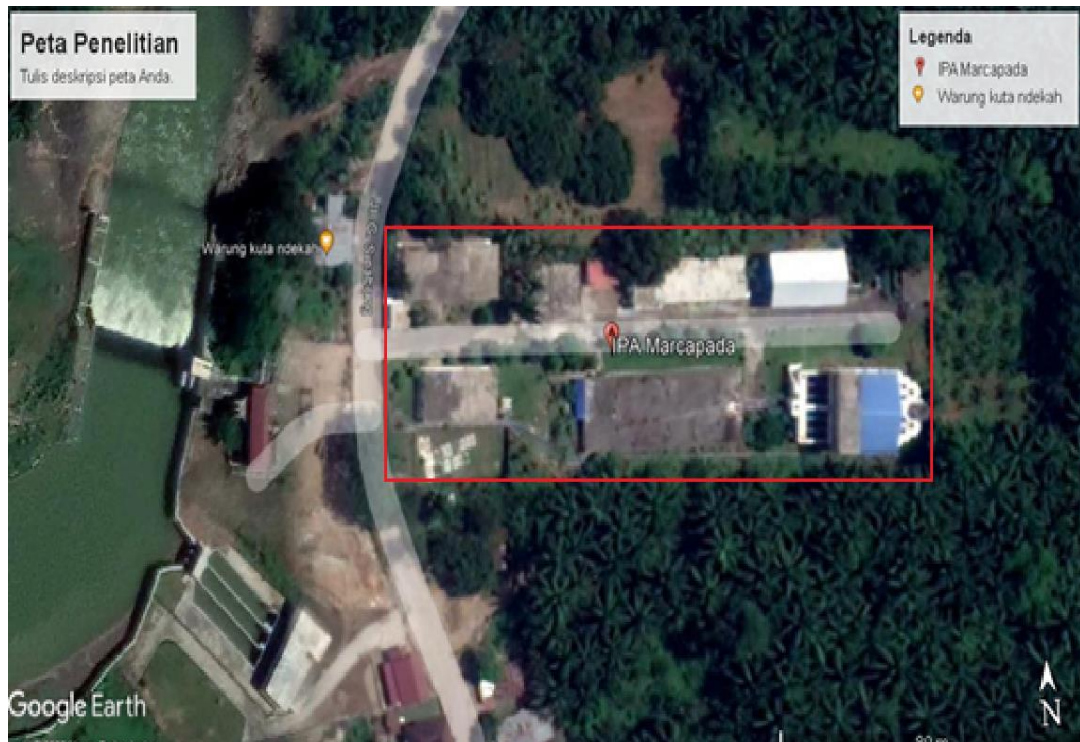
3.1 Bagan Alir Penelitian

Urutan prosedur penelitian yang akan dilakukan dalam mengerjakan studi ini disajikan dalam bagan alir seperti gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian



Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian (<https://earth.google.com/web/>)

3.3 Metode dan Tahapan Penelitian

Tugas akhir ini disusun dengan tahapan sebagai berikut:

- a) Mengumpulkan beberapa literatur dari buku, makalah, jurnal dan catatan kuliah yang berkaitan dengan studi pustaka.
- b) Data primer → survei lokasi di PDAM Tirta Sari.
- c) Mengumpulkan data sekunder berupa data jumlah penduduk, fasilitas umum. Data sekunder merupakan data dari instansi, lembaga masyarakat, dan pihak terkait yang berhubungan dengan pembahasan.
- d) Menganalisa data jumlah penduduk dan fasilitas umum untuk menghitung kebutuhan air, dengan menggunakan metode aritmatika, metode geometri, dan metode *least-square*.
- e) Membuat kesimpulan dan saran.

3.4 Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Sari, Kota Binjai. Sedangkan waktu penelitian dilakukan bulan April 2022.

3.5 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini berupa evaluasi yang mana membandingkan hasil saat ini pada hasil yang didapatkan, dan juga Observasi (pengamatan). Pada lokasi Penelitian secara langsung, di PDAM Tirta Sari. Konsep penelitian yang digunakan deskriptif dan kuantitatif dimana operasionalisasi metode ilmiah yang berawal dari masalah, merujuk teori, mengumpulkan dan menganalisa data, kemudian membuat kesimpulan. Hasil penelitian kemudian dipresentasikan dalam bentuk hasil perhitungan sesuai fakta.

3.6 Pelaksanaan Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Menentukan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan langsung di Kota Binjai dan di PDAM Tirta Sari, Kota Binjai. Selain itu, data-data pelengkap di ambil dikantor Badan Pusat Statistik dan Kantor PDAM Kota Binjai.

2. Wawancara

Dalam kegiatan ini pengumpulan data dilakukan dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan atau diskusi dengan pihak PDAM Tirta Sari Kota Binjai.

3. Metode Analisa

Metode analisa yang digunakan pada penelitian ini adalah metode perkiraan jumlah penduduk berupa Aritmatika, Geometri, dan *Least-Square*. Dimana nantinya digunakan untuk mengetahui perkiraan total debit air, ditambah penggunaan air oleh fasilitas-fasilitas umum yang ada.

3.7 Prosedur Penelitian

- I. Menghitung perkiraan jumlah penduduk Kota Binjai dengan menggunakan tiga metode yaitu Arimatika, Geometri, dan *Last-Square*. Dan dari ketiga metode ini diambil nilai terbesar.
- II. Menghitung perkiraan kebutuhan air bersih masyarakat Kota Binjai berdasarkan proyeksi dari jumlah penduduk dan fasilitas-fasilitas di Kota Binjai.
- III. Menganalisa solusi-solusi yang dapat dilakukan dalam memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Kota Binjai sampai 10 tahun kedepan.

BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Jumlah Penduduk

Untuk membuat perkiraan jumlah penduduk sampai tahun 2031, digunakan tiga metode yaitu: metode arimetikan, metode last-square, dan metode geometri hal ini dilakukan membandingkan metode mana yang menghasilkan perkiraan jumlah penduduk yang paling besar dan selanjutnya akan digunakan sebagai dasar memperkirakan jumlah kebutuhan air bersih penduduk pada masa yang akan datang .

Dalam memperkirakan jumlah penduduk, digunakan data jumlah penduduk sebelumnya. Adapun data jumlah penduduk Kota Binjai yang menjadi data proyeksi adalah data tahun 2015-2021. Hal ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Jumlah Penduduk Kota Binjai Tahun 2015-2021

No	Kecamatan	Tahun						
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	Binjai Selatan	52.575	53.493	54.422	55.316	56.202	57.039	58.341
2	Binjai Utara	75.058	76.034	77.011	77.931	78.831	79.652	80.693
3	Binjai Timur	57.616	58.394	59.174	59.910	60.631	61.292	62.393
4	Binjai Barat	46.814	47.605	48.401	49.167	49.926	50.638	51.206
5	Binjai Kota	26.779	27.597	28.405	29.202	29.773	30.604	31.209
Total		258.842	263.123	267.413	271.526	275.363	279.225	283.842

Sumber : BPS Kota Binjai 2021

4.2 Data Eksisting

Tabel 4.2 Sumber Air Baku dan Unit Produksi PDAM Tirta Sari

No	Nama	Kapasitas (l/det)		Sumber Air
		Terpasang	Produksi	
1.	IPA Marcapada	150	150	Sungai Bingai
2.	Sumur Bor Berngam	10	5	Air Tanah Dalam
3.	Sumur Bor Tandem	10	5	Air Tanah Dalam
4.	Sumur Bor Mencirim	25	10	Air Tanah Dalam
Total		195	170	

Sumber : PDAM Tirta Sari Kota Binjai

Metode yang digunakan dalam memperkirakan jumlah penduduk adalah sebagai berikut :

1. Metode Arimetika

$$P_n = P_o \{ 1 + (r.n) \}$$

Mencari Nilai (r) :

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

$$r = \frac{1}{7} \left(\frac{283.842}{258.842} - 1 \right)$$

$$r = 0,01$$

Maka :

➤ Untuk Tahun 2022, $n = 1$, maka diperoleh =

$$P_n = P_o \{ 1 + (r.n) \}$$

$$P_n = 283.842 \{ 1 + (0,01 \times 1) \}$$

$$P_n = 286.680 \text{ Jiwa}$$

- Untuk Tahun 2023, $n = 2$, maka diperoleh =

$$P_n = P_0 \{ 1 + (r.n) \}$$

$$P_n = 283.842 \{ 1 + (0,01 \times 2) \}$$

$$P_n = 289.519 \text{ Jiwa}$$

- Untuk Tahun 2024, $n = 3$, maka diperoleh =

$$P_n = P_0 \{ 1 + (r.n) \}$$

$$P_n = 283.842 \{ 1 + (0,01 \times 3) \}$$

$$P_n = 292.357 \text{ Jiwa}$$

- Untuk Tahun 2025, $n = 4$, maka diperoleh =

$$P_n = P_0 \{ 1 + (r.n) \}$$

$$P_n = 283.842 \{ 1 + (0,01 \times 4) \}$$

$$P_n = 295.196 \text{ Jiwa}$$

- Untuk Tahun 2026, $n = 5$, maka diperoleh =

$$P_n = P_0 \{ 1 + (r.n) \}$$

$$P_n = 283.842 \{ 1 + (0,01 \times 5) \}$$

$$P_n = 298.034 \text{ Jiwa}$$

- Untuk Tahun 2027, $n = 6$, maka diperoleh =

$$P_n = P_0 \{ 1 + (r.n) \}$$

$$P_n = 283.842 \{ 1 + (0,01 \times 6) \}$$

$$P_n = 300.873 \text{ Jiwa}$$

- Untuk Tahun 2028, $n = 7$, maka diperoleh =

$$P_n = P_0 \{ 1 + (r.n) \}$$

$$P_n = 283.842 \{ 1 + (0,01 \times 7) \}$$

$$P_n = 303.711 \text{ Jiwa}$$

➤ Untuk Tahun 2029, $n = 8$, maka diperoleh =

$$P_n = P_0 \{ 1 + (r.n) \}$$

$$P_n = 283.842 \{ 1 + (0,01 \times 8) \}$$

$$P_n = 306.549 \text{ Jiwa}$$

➤ Untuk Tahun 2030, $n = 9$, maka diperoleh =

$$P_n = P_0 \{ 1 + (r.n) \}$$

$$P_n = 283.842 \{ 1 + (0,01 \times 9) \}$$

$$P_n = 309.388 \text{ Jiwa}$$

➤ Untuk Tahun 2031, $n = 10$, maka diperoleh =

$$P_n = P_0 \{ 1 + (r.n) \}$$

$$P_n = 283.842 \{ 1 + (0,01 \times 10) \}$$

$$P_n = 312.226 \text{ Jiwa}$$

2. Metode Geometri

Dari data jumlah penduduk Kota Binjai kita dapat menentukan besarnya rasio pertambahan jumlah penduduk dengan menggunakan rumus :

$$r = \left(\frac{P_n}{P_0}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

$$r = \frac{(283.842)^{\frac{1}{7}}}{(258.842)} - 1$$

$$r = 1,013 - 1$$

$$r = 0,013$$

Sehingga kita dapat menentukan jumlah penduduk tahun 2022-2031 dapat dihiitung dengan persamaan,

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

- Untuk tahun 2022 $n = 1$, maka :

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

$$P_n = 283.842 (1 + 0,013)^1$$

$$P_n = 287.532 \text{ jiwa}$$

- Untuk tahun 2023 $n = 2$, maka :

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

$$P_n = 283.842 (1 + 0,013)^2$$

$$P_n = 291.270 \text{ jiwa}$$

- Untuk tahun 2024 $n = 3$, maka :

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

$$P_n = 283.842 (1 + 0,013)^3$$

$$P_n = 295.056 \text{ jiwa}$$

- Untuk tahun 2025 $n = 4$, maka :

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 283.842 (1 + 0,013)^4$$

$$P_n = 298.892 \text{ jiwa}$$

- Untuk tahun 2026 $n = 5$, maka :

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 283.842 (1 + 0,013)^5$$

$$P_n = 302.778 \text{ jiwa}$$

- Untuk tahun 2027 $n = 6$, maka :

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 283.842 (1 + 0,013)^6$$

$$P_n = 306.714 \text{ jiwa}$$

- Untuk tahun 2028 $n = 7$, maka :

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 283.842 (1 + 0,013)^7$$

$$P_n = 310.701 \text{ jiwa}$$

- Untuk tahun 2029 $n = 8$, maka :

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 283.842 (1 + 0,031)^8$$

$$P_n = 314.740 \text{ jiwa}$$

- Untuk tahun 2030 $n = 9$, maka :

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 283.842 (1 + 0,013)^9$$

$$P_n = 318.832 \text{ jiwa}$$

➤ Untuk tahun 2031 $n = 10$, maka :

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 283.842 (1 + 0,013)^{10}$$

$$P_n = 322.977 \text{ jiwa}$$

3. Metode Last-Square

Dari data jumlah penduduk tahun 2015-2021, data tahun dijadikan X dan jumlah penduduk dijadikan data Y.

Tabel 4.3 Penentuan Data Regresi

No	Tahun	X	Y	X ²	XY
1.	2015	1	258.842	1	258.842
2.	2016	2	263.123	4	526.246
3.	2017	3	267.413	9	802.239
4.	2018	4	271.526	16	1.086.104
5.	2019	5	275.363	25	1.376.815
6.	2020	6	279.225	36	1.675.350
7.	2021	7	283.842	49	1.986.894
Jumlah		28	1.899.334	140	7.712.490

$$\begin{aligned} \text{a.} &= \frac{(N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y))}{(N)(\sum X^2) - (\sum X)^2} \\ &= \frac{(7)(7.712.490) - (28)(1.899.334)}{(7)(140) - (28)^2} \end{aligned}$$

$$= 4113 \text{ jiwa}$$

$$\begin{aligned} \text{b.} &= \frac{(\sum X^2)(\sum Y) - (\sum X)(\sum XY)}{(N)(\sum X^2) - (\sum X)^2} \\ &= \frac{(140)(1.899.334) - (28)(7.712.490)}{(7)(140) - (28)^2} \end{aligned}$$

$$= 254.883 \text{ jiwa}$$

Sehingga diperoleh :

$$Y = 4113 X + 254.883$$

Dimana X adalah tahun proyeksi.

Jadi :

- Jumlah penduduk tahun 2022 adalah :

$$\text{Dimana } X = (2022 - 2015) = 7$$

$$Y = 4113 (7) + 254.883$$

$$= 283.674 \text{ jiwa}$$

- Jumlah penduduk untuk tahun 2023 adalah :

$$\text{Dimana } X = (2023 - 2015) = 8$$

$$Y = 4113 (8) + 254.883$$

$$= 287.787 \text{ jiwa}$$

- Jumlah penduduk untuk tahun 2024 adalah :

$$\text{Dimana } X = (2024 - 2015) = 9$$

$$Y = 4113 (9) + 254.883$$

$$= 291.900 \text{ jiwa}$$

- Jumlah penduduk untuk tahun 2025 adalah :

$$\text{Dimana } X = (2025 - 2015) = 10$$

$$Y = 4113 (10) + 254.883$$

$$= 296.013 \text{ jiwa}$$

- Jumlah penduduk untuk tahun 2026 adalah :

$$\text{Dimana } X = (2026 - 2015) = 11$$

$$Y = 4113 (11) + 254.883$$

$$= 300.126 \text{ jiwa}$$

- Jumlah penduduk untuk tahun 2027 adalah :

$$\begin{aligned}\text{Dimana} \quad X &= (2027 - 2015) = 12 \\ Y &= 4113 (12) + 254.883 \\ &= 304.239 \text{ jiwa}\end{aligned}$$

- Jumlah penduduk untuk tahun 2028 adalah :

$$\begin{aligned}\text{Dimana} \quad X &= (2028 - 2015) = 13 \\ Y &= 4113 (13) + 254.883 \\ &= 308.352 \text{ jiwa}\end{aligned}$$

- Jumlah penduduk untuk tahun 2029 adalah :

$$\begin{aligned}\text{Dimana} \quad X &= (2029 - 2015) = 14 \\ Y &= 4113 (14) + 254.883 \\ &= 312.465 \text{ jiwa}\end{aligned}$$

- Jumlah penduduk untuk tahun 2030 adalah :

$$\begin{aligned}\text{Dimana} \quad X &= (2030 - 2015) = 15 \\ Y &= 4113 (15) + 254.883 \\ &= 316.578 \text{ jiwa}\end{aligned}$$

- Jumlah penduduk untuk tahun 2031 adalah :

$$\begin{aligned}\text{Dimana} \quad X &= (2031 - 2015) = 16 \\ Y &= 4113 (16) + 254.883 \\ &= 320.691 \text{ jiwa}\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, bahwa perkiraan jumlah penduduk terbesar Kota Binjai diperlihatkan pada Metode Geometri. Karena data yang di dapat tujuh tahun terakhir maka asumsi perkembangan penduduk rata-rata (bernilai r) menggunakan data jumlah penduduk di Kota Binjai mulai tahun 2015 dan hasil proyeksi jumlah penduduk tahun 2031.

Data Jumlah Penduduk :

Tahun 2015 = 258.842 jiwa

Tahun 2031 = 322.977 jiwa

Selisih tahun data pengamatan awal dan akhir (n) = 16

Perkembangan penduduk rata-rata adalah :

$$r = \left[\frac{322.977}{258.842} \right]^{\frac{1}{16}} - 1 = 1 \%$$

Adapun hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ini :

Tabel 4.4 Perkiraan Jumlah Penduduk Kota Binjai Tahun 2022-2031

Tahun	Metode		
	Aritmetik	Geometri	Last-Square
2022	286.680	287.532	283.674
2023	289.519	291.270	287.787
2024	292.357	295.056	291.900
2025	295.196	298.892	296.013
2026	298.034	302.778	300.126
2027	300.873	306.714	304.239
2028	303.711	310.701	308.352
2029	306.549	314.740	312.465
2030	309.388	318.832	316.578
2031	312.226	322.977	320.691

4.3 Perkiraan Keptuhan Air Bersih

Perkiraan kebutuhan air bersih untuk masyarakat Kota Binjai sampai tahun 2031 dapat diketahui dengan berdasarkan proyeksi jumlah penduduk dan fasilitas-fasilitas yang terdapat pada Kota Binjai.

4.3.1 Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Seluruh Masyarakat (Domestik)

Dari hasil perkiraan jumlah penduduk yang terbesar yang ditunjukkan oleh metode Geometri, yang mana diperoleh bahwa jumlah penduduk Kota Binjai sampai tahun 2031 sekitar 322.977 jiwa. Standar kebutuhan air untuk setiap orang dengan jumlah penduduk antara 100.000 - 300.000 jiwa adalah 350 liter/orang/hari.

Agar lebih jelas perkiraan kebutuhan air bersih untuk seluruh masyarakat (Domestik) dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut ini :

Tabel 4.5 Kebutuhan Air Domestik Tahun 2015-2031

No	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air Bersih (liter/hari)	Debit Kebutuhan Air Domestik (liter/hari)
1.	2015	258.842	300	77.652.600
2.	2016	263.123	300	78.936.900
3.	2017	267.413	300	80.223.900
4.	2018	271.526	300	81.457.800
5.	2019	275.363	300	82.608.900
6.	2020	279.225	300	83.767.500
7.	2021	283.842	300	85.152.600
8.	2022	287.532	300	86.259.600
9.	2023	291.270	300	87.381.000
10.	2024	295.056	300	88.516.800
11.	2025	298.892	300	89.667.600
12.	2026	302.778	300	90.833.400
13.	2027	306.714	300	92.014.200
14.	2028	310.701	300	93.210.300
15.	2029	314.740	300	94.422.000
16.	2030	318.832	300	95.649.600
17.	2031	322.977	300	96.893.100

Maka kebutuhan air bersih penduduk Kota Binjai adalah :

$$= 322.977 \times 300 \text{ liter/orang/hari}$$

$$= 96.894.100 \text{ liter/orang/hari}$$

$$= 96.894,1 \text{ m}^3/\text{orang/hari}$$

$$= 1,12 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.3.2 Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Pendidikan

Perkiraan kebutuhan air untuk fasilitas pendidikan Kota Binjai sebagaimana data yang tercantum pada tabel 2.4 diatas, dapat dihitung sampai tahun 2031 digunakan persamaan :

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = P_o (1 + 0,013)^n$$

Adapun standar kebutuhan air untuk fasilitas pendidikan adalah 40-50 liter/orang/hari (Sularso,2004). Disini diambil 50 liter/orang/hari :

- ❖ Perkiraan jumlah siswa guru dan pegawai untuk SD tahun 2031 adalah :

$$P_n = P_o (1 + 0,013)^n$$

$$P_n = 32.814 (1 + 0,013)^{10}$$

$$P_n = 37.338 \text{ jiwa}$$

- ❖ Perkiraan jumlah siswa, guru dan pegawai untuk Madrasah Ibtidaiyah tahun 2031 adalah:

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 2968 (1 + 0,013)^{10}$$

$$P_n = 3377 \text{ jiwa}$$

❖ Perkiraan jumlah siswa, guru dan pegawai untuk SMP tahun 2031 adalah:

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 15.872 (1 + 0,013)^{10}$$

$$P_n = 18.060 \text{ jiwa}$$

❖ Perkiraan jumlah siswa, guru dan pegawai untuk MTs tahun 2031 adalah:

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 3911 (1 + 0,013)^{10}$$

$$P_n = 4450 \text{ jiwa}$$

❖ Perkiraan jumlah siswa, guru dan pegawai untuk SMA/SMK tahun 2031 adalah:

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 20.617 (1 + 0,013)^{10}$$

$$P_n = 23.460 \text{ jiwa}$$

❖ Perkiraan jumlah siswa, guru dan pegawai untuk Madrasah Aliyah tahun 2031 adalah:

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 2237 (1 + 0,013)^{10}$$

$$P_n = 2545 \text{ jiwa}$$

Perkiraan jumlah siswa, guru dan pegawai pada tahun 2031 dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut :

Tabel 4.6 Perkiraan Jumlah Siswa, Guru dan Pegawai dan Kebutuhan Air Tahun
2021-2031

	Tahun	Jumlah Siswa, Guru dan Pegawai						Jumlah	Kebutuhan Air 50 liter/orng/hari
		SD	MI	SMP	MTs	SMA/ SMK	MA		
1.	2021	32.814	2968	15.872	3911	20.617	2237	78.419	3.920.950
2.	2022	33.241	3007	16.078	3962	20.885	2266	79.438	3.971.922
3.	2023	33.673	3046	16.287	4013	21.157	2296	80.471	4.023.557
4.	2024	34.110	3085	16.499	4066	21.432	2325	81.517	4.075.864
5.	2025	34.554	3125	16.714	4118	21.710	2356	82.577	4.128.850
6.	2026	35.003	3166	16.931	4172	21.992	2386	83.650	4.182.525
7.	2027	35.458	3207	17.151	4226	22.278	2417	84.738	4.236.898
8.	2028	35.919	3249	17.374	4281	22.568	2449	85.840	4.291.977
9.	2029	36.386	3291	17.600	4337	22.861	2481	86.955	4.347.773
10.	2030	36.859	3334	17.829	4393	23.159	2513	88.086	4.404.294
11.	2031	37.338	3377	18.060	4450	23.460	2545	89.231	4.461.550

Jadi total kebutuhan air bersih untuk fasilitas pendidikan sampai tahun 2031 adalah:

$$= 4.461.550 \text{ liter/orang/hari}$$

$$= 4461,55 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 0,052 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.3.3 Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Peribadatan

Untuk perkiraan jumlah kebutuhan air pada fasilitas peribadatan dapat dihitung menggunakan persamaan yang sama dengan fasilitas pendidikan yaitu:

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = P_o (1 + 0,013)^n$$

Dimana standar kebutuhan air untuk fasilitas peribadatan 2 m³/unit/hari atau 2000 liter/unit/hari (Sularso,2004).

❖ Perkiraan jumlah fasilitas peribadatan (Masjid) untuk tahun 2031 adalah:

$$P_n = P_o (1 + 0,013)^n$$

$$P_n = 192 (1 + 0,013)^{10}$$

$$P_n = 218 \text{ unit}$$

❖ Perkiraan jumlah fasilitas peribadatan (Musholla) untuk tahun 2031 adalah:

$$P_n = P_o (1 + 0,013)^n$$

$$P_n = 173 (1 + 0,013)^{10}$$

$$P_n = 197 \text{ unit}$$

❖ Perkiraan jumlah fasilitas peribadatan (Gereja) untuk tahun 2031 adalah:

$$P_n = P_o (1+0,013)^n$$

$$P_n = 65 (1 + 0,013)^{10}$$

$$P_n = 74 \text{ unit}$$

❖ Perkiraan jumlah fasilitas peribadatan (Vihara) untuk tahun 2031 adalah:

$$P_n = P_o (1 + 0,013)^n$$

$$P_n = 10 (1 + 0,013)^{10}$$

$$P_n = 11 \text{ unit}$$

Perkiraan kebutuhan air bersih untuk fasilitas peribadatan lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.7 dibawah ini

Tabel 4.7 Perkiraan Jumlah Fasilitas Peribadatan dan Kebutuhan Air Tahun 2021-2031

No	Tahun	Jumlah Tempat Ibadah				Jumlah	Kebutuhan Air 2000 l/unit/hari
		Masjid	Musholla	Gereja	Vihara		
1.	2021	192	173	65	10	440	880.000
2.	2022	194	175	66	10	446	891.440
3.	2023	197	178	67	10	452	903.029
4.	2024	200	180	68	10	457	914.768
5.	2025	202	182	68	11	463	926.660
6.	2026	205	185	69	11	469	938.707
7.	2027	207	187	70	11	475	950.910
8.	2028	210	189	71	11	482	963.272
9.	2029	213	192	72	11	488	975.794
10.	2030	216	194	73	11	494	988.480
11.	2031	218	197	74	11	501	1.001.330

Jadi total kebutuhan air bersih untuk fasilitas peribadatan tahun 2031 adalah :

$$= 1.001.330 \text{ l/unit/hari}$$

$$= 1001,33 \text{ m}^3/\text{unit/hari}$$

$$= 0,012 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.3.4 Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Kesehatan

Dengan mengguakan persamaan yang sama dengan fasilitas sebelumnya, sebagaimana data yang tercantum pada tabel 2.6 maka jumlah fasilitas kesehatan di Kota Binjai dapat dihitung dengan persamaan,

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = P_o (1 + 0,013)^n$$

Dimana standar kebutuhan air untuk fasilitas kesehatan 1000 l/tempat tidur/hari (Sularso,2004). Maka perkiraan kebutuhan air untuk fasilitas kesehatan tahun 2031 dapat dihitung.

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 680 (1 + 0,013)^{10}$$

$$P_n = 774 \text{ unit}$$

Agar lebih jelas perkiraan jmlah tempat tidur dan kebutuhan air di Kota Binjai (Fasilitas Kesehatan) dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.8 Perkiraan Tempat Tidur dan Kebutuhan Air Tahun 2021-2031

No	Tahun	Jenis Sarana				Kebutuhan Air 1000 l/tempat tidur/orang
		Rumah Sakit	Puskesmas	Puskesmas Pembantu	Posyandu	
1.	2021	680	-	-	-	680.000
2.	2022	689	-	-	-	688.840
3.	2023	698	-	-	-	697.795
4.	2024	707	-	-	-	706.866
5.	2025	716	-	-	-	716.056
6.	2026	725	-	-	-	725.364
7.	2027	735	-	-	-	734.794
8.	2028	744	-	-	-	744.346
9.	2029	754	-	-	-	754.023
10.	2030	764	-	-	-	763.825
11.	2031	774	-	-	-	773.755

Jadi total perkiraan air bersih untuk fasilitas kesehatan tahun 2031 adalah:

$$= 773.755 \quad \text{liter/tempat tidur/hari}$$

$$= 774 \quad \text{m}^3/\text{tempat tidur/hari}$$

$$= 0,0090 \quad \text{m}^3/\text{tempat tidur/s}$$

4.3.5 Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Perkantoran

Kebutuhan air untuk fasilitas perkantoran ini, dapat diketahui dengan cara mengetahui yang menempati berbagai instansi pemerintahan maupun swasta yang ada di Kota Binjai Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kota Binjai 2021 Bahwa Jumlah total pegawai pada instansi pemerintahan berjumlah sekitar 4451 orang. Sehingga jumlah pegawai/karyawan sampai tahun 2031 diperkirakan.

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = P_o (1 + 0,013)^n$$

Berdasarkan standar kebutuhan air bersih untuk fasilitas perkantoran adalah 120 liter/pegawai/hari (Sularso,2004). Maka kebutuhan air bersih untuk sampai tahun 2031 adalah:

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 4451 (1 + 0,013)^{10}$$

$$P_n = 5065 \text{ pegawai}$$

Untuk perkiraan kebutuhan air bersih untuk fasilitas perkantoran (pegawai) dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut :

Tabel 4.9 Perkiraan Jumlah Pegawai dan Kebutuhan Air Tahun 2021-2031

No	Tahun	Jumlah Pegawai	Kebutuhan Air 120 liter/pegawai/hari
1.	2021	4451	534.120
2.	2022	4509	541.064
3.	2023	4567	548.097
4.	2024	4627	555.223
5.	2025	4687	562.441
6.	2026	4748	569.752
7.	2027	4810	577.159
8.	2028	4872	584.662
9.	2029	4936	592.263
10.	2030	5000	599.962
11.	2031	5065	607.762

Jadi total air bersih untuk fasilitas perkantoran (pegawai) tahun 2031 adalah :

$$= 607.762 \quad \text{liter/pegawai/hari}$$

$$= 608 \quad \text{m}^3/\text{hari}$$

$$= 0,007 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

4.4 Perhitungan perkiraan kebutuhan air bersih menurut jumlah pelanggan PDAM Tirta Sari

Tabel 4.10 Jumlah Pelanggan PDAM Tirta Sari Menurut Daerah Pelayanan Kota Binjai Tahun 2021

No	Daerah Pelayanan	Jumlah Penduduk	Jumlah Pelanggan
1.	Binjai Kota	58.341	4145
2.	Binjai Barat	80.693	1389
3.	Binjai Timur	62.393	1854
4.	Binjai Selatan	51.206	1170
5.	Binjai Utara	31.209	2609
Total		283.842	11.167

Sumber: BPS Kota Binjai 2021

Dari data jumlah pelanggan PDAM Tirta Sari Kita dapat menentukan besarnya rasio pertambahan jumlah pelanggan dengan menggunakan rumus geometrik :

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = P_o (1 + 0,013)^n$$

Sehingga jumlah pelanggan sampai tahun 2031 dapat dihitung menggunakan persamaan :

- ❖ Untuk perkiraan jumlah pelanggan Kecamatan Binjai Kota tahun 2031 adalah:

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 4145 (1 + 0,013)^{10}$$

$$P_n = 4716 \text{ jiwa}$$

- ❖ Untuk perkiraan jumlah pelanggan Kecamatan Binjai Barat tahun 2031 adalah:

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 1389 (1 + 0,013)^{10}$$

$$P_n = 1581 \text{ jiwa}$$

- ❖ Untuk perkiraan jumlah pelanggan Kecamatan Binjai Timur tahun 2031 adalah:

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 1854 (1 + 0,013)^{10}$$

$$P_n = 2110 \text{ jiwa}$$

- ❖ Untuk perkiraan jumlah pelanggan Kecamatan Binjai Selatan tahun 2031 adalah:

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 1170 (1 + 0,013)^{10}$$

$$P_n = 1331 \text{ jiwa}$$

- ❖ Untuk perkiraan jumlah pelanggan Kecamatan Binjai Utara tahun 2031 adalah:

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_n = 2609 (1 + 0,013)^{10}$$

$$P_n = 2969 \text{ jiwa}$$

Untuk lebih jelasnya perkiraan kebutuhan air bersih untuk pelanggan PDAM Tirta Sari dapat dilihat pada tabel 4.10

Tabel 4.11 Perkiraan Jumlah Pelanggan PDAM Tirta Sari, Wilayah IPA
 Marcapda Sampai Tahun 2031

Tahun	Daerah Pelayanan						Kebutuhan air(Qp) (200 l/unit/hari)
	Binjai Kota	Binjai Barat	Binjai Timur	Binjai Selatan	Binjai Utara	Jumlah Pelanggan	
2021	4145	1389	1854	1170	2609	11.167	2.233.400
2022	4199	1407	1878	1185	2643	11.312	2.262.434
2023	4253	1425	1903	1201	2677	11.459	2.291.846
2024	4309	1444	1927	1216	2712	11.608	2.321.640
2025	4365	1463	1952	1232	2747	11.759	2.351.821
2026	4422	1482	1978	1248	2783	11.912	2.382.395
2027	4479	1501	2003	1264	2819	12.067	2.413.366
2028	4537	1520	2029	1281	2856	12.224	2.444.740
2029	4596	1540	2056	1297	2893	12.383	2.476.521
2030	4656	1560	2083	1314	2931	12.544	2.508.716
2031	4716	1581	2110	1331	2969	12.707	2.541.329

Jadi total perkiraan jumlah pelanggan PDAM Tirta Sari untuk tahun 2031 adalah:

$$= 2.541.329 \text{ liter/pelanggan/hari}$$

$$= 2541 \text{ m}^3/\text{pelanggan/hari}$$

$$= 0,029 \text{ m}^3/\text{pelanggan/s}$$

4.5 Analisa Kehilangan Air

Penentuan kehilangan air dilakukan dengan asumsi sebesar 20% dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah jumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.

Tabel 4.12 Analisa Kehilangan Air

Tahun	Satuan	Debit Kebutuhan Air Domestik (Qd)	Debit Kebutuhan Air Non Domestik (Qn) Fasilitas Pendidikan+Kesehatan +Peribadatan+Perkantoran	Kehilangan Air (Qs) $Q_s = (Q_d + Q_n) \times (20\%)$
2021	l/hari	85.152.600	6.015.070	18.233.534
	l/detik	986	70	211
2022	l/hari	86.259.600	6.093.266	18.470.573
	l/detik	998	71	214
2023	l/hari	87.381.000	6.172.478	18.710.696
	l/detik	1011	71	217
2024	l/hari	88.516.800	6.252.721	18.953.904
	l/detik	1025	72	219
2025	l/hari	89.667.600	6.334.006	19.200.321
	l/detik	1038	73	222
2026	l/hari	90.833.400	6.416.348	19.449.950
	l/detik	1051	74	225
2027	l/hari	92.014.200	6.499.761	19.702.792
	l/detik	1065	75	228
2028	l/hari	93.210.300	6.584.257	19.958.911
	l/detik	1079	76	231
2029	l/hari	94.422.000	6.669.853	20.218.371
	l/detik	1093	77	234
2030	l/hari	95.649.600	6.756.561	20.481.232
	l/detik	1107	78	237
2031	l/hari	96.893.100	6.844.396	20.747.499
	l/detik	1121	79	240

Tabel 4.13 Kehilangan Air Menurut Pelanggan PDAM Tirta Kota Binjai

Tahun	Satuan	Kebutuhan Air(Qp)	Kehilangan Air (Qs) $Q_s = (Q_n + Q_p) \times (20\%)$
2021	l/hari	2.233.400	446.680
	l/detik	26	5
2022	l/hari	2.262.434	452.487
	l/detik	26	5
2023	l/hari	2.291.846	458.369
	l/detik	27	5
2024	l/hari	2.321.640	464.328
	l/detik	27	5
2025	l/hari	2.351.821	470.364
	l/detik	27	5
2026	l/hari	2.382.395	476.479
	l/detik	28	6
2027	l/hari	2.413.366	482.673
	l/detik	28	6
2028	l/hari	2.444.740	488.948
	l/detik	28	6
2029	l/hari	2.476.521	495.304
	l/detik	29	6
2030	l/hari	2.508.716	501.743
	l/detik	29	6
2031	l/hari	2.541.329	508.266
	l/detik	29	6

4.6 Analisa Kebutuhan Air Total

Total kebutuhan air masyarakat Kota Binjai adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik dan ditambah kehilangan air.

Tabel 4.14 Total Kebutuhan Air Masyarakat Kota Binjai Tahun 2021-2031

Tahun	Debit Kebutuhan Air Domestik (Qd) l/detik	Debit Kebutuhan Air Non Domestik (Qn) l/detik	Kehilangan Air (Qs) l/detik	Debit Total (Qt) $Qt = (Qd + Qn + Qa)$ l/detik
2021	986	70	211	1266
2022	998	71	214	1283
2023	1011	71	217	1299
2024	1025	72	219	1316
2025	1038	73	222	1333
2026	1051	74	225	1351
2027	1065	75	228	1368
2028	1079	76	231	1386
2029	1093	77	234	1404
2030	1107	78	237	1422
2031	1121	79	240	1441

Total kebutuhan air pelanggan PDAM Tirta Sari Kota Binjai adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air menurut pelanggan PDAM Tirta Sari Kota Binjai.

Tabel 4.15 Kebutuhan Air Total Menurut Pelanggan PDAM Tirta Sari Kota Binjai
2021-2031

Tahun	Debit Kebutuhan Air Domestik (Qd) l/detik	Debit Kebutuhan Air Non Domestik (Qn) l/detik	Kehilangan Air (Qs) l/detik	Debit Total (Qt) $Qt = (Qd + Qn + Qs)$ l/detik
2021	26	70	5	101
2022	26	71	5	102
2023	27	71	5	103
2024	27	72	5	105
2025	27	73	5	106
2026	28	74	6	107
2027	28	75	6	109
2028	28	76	6	110
2029	29	77	6	112
2030	29	78	6	113
2031	29	79	6	115

4.7 Kebutuhan Total Air Bersih Sampai Tahun 2031

Kebutuhan total air bersih untuk masyarakat Kota Binjai sampai tahun 2031 adalah jumlah keseluruhan air bersih domestik, non domestik dan kehilangan air yaitu :

$$= 1121 + 79 + 240 \text{ l/detik}$$

$$= 1440 \text{ l/detik}$$

Berdasarkan data diatas maka :

$$\text{Kapasitas air bersih yang dibutuhkan sampai tahun 2031} \quad Q \text{ total} = 1440 \text{ l/detik}$$

$$\text{Produksi air bersih saat ini} \quad Q \text{ total} = 170 \text{ l/detik}$$

$$\text{Penambahan debit air} \quad = 1270 \text{ l/detik}$$

Sedangkan kebutuhan air bersih menurut pelanggan PDAM Tirta Sari Kota Binjai adalah :

$$= 29 + 79 + 6 \text{ l/detik}$$

$$B = 114 \text{ l/detik}$$

Berdasarkan data diatas maka :

$$\text{Kapasitas air bersih yang dibutuhkan sampai tahun 2031} \quad Q \text{ total} = 114 \text{ l/detik}$$

$$\text{Produksi air bersih saat ini} \quad Q \text{ total} = 170 \text{ l/detik}$$

$$\text{Sisa debit air} \quad = 56 \text{ l/detik}$$

Dengan membandingkan kapasitas air bersih yang diproduksi oleh PDAM Tirta Sari sebesar 170 l/detik. Dengan kebutuhan air bersih masyarakat ditambah dengan pelanggan PDAM Tirta Sari sampai tahun 2031 sebesar 1554 l/detik, maka dapat disimpulkan bahwa kemampuan penyediaan air bersih PDAM Tirta Sari belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat Kota Binjai ditambah dengan pelanggan PDAM Tirta Sari sampai tahun 2031, dimana masih terdapat kekurangan air sebesar 1384 l/detik.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis kebutuhan air bersih pada instansi PDAM Tirta Sari Kota Binjai, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kapasitas produksi air yang dibutuhkan masyarakat Kota Binjai dan pelanggan PDAM Tirta Sari, IPA Marcapada sampai tahun 2031 sekitar 1554 l/detik.

Rincian kebutuhan air sampai tahun 2031 adalah :

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| a. Penduduk | = 1,12 m ³ /s |
| b. Fasilitas pendidikan | = 0,052 m ³ /s |
| c. Fasilitas peribadatan | = 0,012 m ³ /s |
| d. Fasilitas kesehatan | = 0,0090 m ³ /s |
| e. Fasilitas perkantoran | = 0,007 m ³ /s |
| f. Pelanggan PDAM Tirta Sari | = 0,029 m ³ /s |

2. Berdasarkan kebutuhan total air bersih untuk masyarakat Kota Binjai sampai tahun 2031, jumlah kapasitas air bersih yang dibutuhkan sebesar 1554 l/detik. Sedangkan kapasitas produksi saat ini 170 l/detik. Maka dari itu kemampuan penyediaan air bersih PDAM Tirta Sari Kota Binjai belum dapat memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat sehingga diperlukan lagi penambahan kapasitas air bersih sebesar 1384 l/detik.

5.2 Saran

1. Dari analisa diatas, untuk dapat melayani kebutuhan air masyarakat Kota Binjai dalam kurun waktu 10 tahun ke depan perlu dilakukan penambahan suplai air baku dan perluasan sistem jaringan distribusi pada daerah yang potensi pelanggannya cukup besar.

2. Agar tidak terjadi kebocoran dalam pelayanan air bersih diharapkan kepada PDAM Tirta Sari, terkhusus untuk IPA Marcapada memeriksa atau mengganti pipa yang sudah tua (bocor).

DAFTAR PUSTAKA.

- Aji, Dimas Kuncoro, and Nina Pebriana. 2021. "Analisis Kebutuhan Air Bersih Dan Kapasitas Reservoir (Studi Kasus PDAM Sragen Unit Sidoharjo)." *Surakarta Civil Engineering Review* 1(1): 18–24.
- Darmayasa, I Komang Angga, Putu Aryastana, and Anak Agung Sagung Dewi Rahadiani. 2018 "Analisis Kebutuhan Air Bersih Masyarakat Kecamatan Petang." *Paduraksa* 7(1): 1–26.
- Ghufran, M., dan Andi, B. 2010. *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budi Daya Air*. Reneka Cipta, Jakarta.
- Hartono, Djoko M. 2016. Sumber Air Baku untuk Air Minum. Diakses pada tanggal 5 Februari 2020 dari <https://pii.or.id/sumber-air-baku-untuk-air-minum>.
- Kabupaten, S., Sungai, H., Teknik, F., Islam, U., Muhammad, K., Banjari, A., ... Banjari, A. (2020). Analisis Kebutuhan Air Bersih PDAM Di Kecamatan Daha Selatan Kabupaten Hulu Sungai Selatan Rusdiannor 1 , Fathurrahman 2 , Adhi Surya 3 1, (tahun).
- Kusumawati, Ika. 2018. "Analisis Kebutuhan Air Bersih Di Kecamatan Selat Nasik Kabupaten Belitung Provinsi Bangka Belitung Tahun 2017." *Journal of Environmental Engineering & Waste Management* 3(1): 30–35.
- Lenakoly, T. Y., Wurjanto, M. A., & Hestningsih, R. (2021). Analisa Kebutuhan Air Bersih PDAM Di Kota Binjai Sumater Utara, 9(1), 16–20.
- Mayssara A. Abo Hassanin Supervised, Affiifi. 2014. "Tinjauan Analisis Ketersedia Air Untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Di Kampus Ma'Had Al-Birr." *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*.
- Maindoka, J. 2011. *Analisi Pemakaian Air Bersih Kota Pangkep*, UNHAS, Makasar.
- Paresa, Jeni. 2017. "Analisis Kebutuhan Air Bersih Dan Layanan PDAM Di Kabupaten Merauke (Studi Kasus Kelurahan Rimba Jaya)." *Mustek Anim Ha* 6(2): 127–42.
- Paulhus, J.L.H., dkk., 1986. *Hidrologi Untuk Insinyur*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Rofiq, Agus Ainur, Lucia Desti Krisnawati, and Sigit Winarto. 2018. "Kajian Kebutuhan Air Bersih PDAM Ngancar Kabupaten Kediri." *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil* 1(1): 126–36.
- wan Kecamatan Ratatotok Kabupaten Minahasa Tenggara." *Jurnal Sipil Statik* 5(1): 31–40.

Tatok, S., dan Suciastuti, E. 2004. *TekSoemarto, Ir. CD. 1995. Hidrologi Tekni.* Penerbit Erlangga, Jakarta

Tahsurur, A. (2018). Analisis Kebutuhan Air Bersih Pada Instalasi Pengolahan Air Bersih Kecamatan Sanga-Sanga Kabupaten Kutai Kartanegara, 1–11

Tanudjaja, Lambertus et al. 2017. “Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Soyo

nologi Penyediaan Air Bersih. Reneka Cipta, Jakarta.

LAMPIRAN
DATA DARI INSTANSI TERKAIT

No	Kecamatan	Tahun						
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	Binjai Selatan	52.575	53.493	54.422	55.316	56.202	57.039	58.341
2	Binjai Utara	75.058	76.034	77.011	77.931	78.831	79.652	80.693
3	Binjai Timur	57.616	58.394	59.174	59.910	60.631	61.292	62.393
4	Binjai Barat	46.814	47.605	48.401	49.167	49.926	50.638	51.206
5	Binjai Kota	26.779	27.597	28.405	29.202	29.773	30.604	31.209
Total		258.842	263.123	267.413	271.526	275.363	279.225	283.842

Sumber: BPS Kota Binjai 2021

No	Nama	Kapasitas (l/det)		Sumber Air
		Terpasang	Produksi	
1.	IPA Marcapada	150	150	Sungai Bingai
2.	Sumur Bor Berngam	10	5	Air Tanah Dalam
3.	Sumur Bor Tandem	10	5	Air Tanah Dalam
4.	Sumur Bor Mencirim	25	10	Air Tanah Dalam
Total		195	170	

Sumber: PDAM Tirta Sari 2021

LAMPIRAN
DOKUMENTASI PENELITIAN



Gambar 1 : Kogulasi



Gambar 2 : Flokulasi



Gambar 3: Sedimentasi



Gambar 4: Filter



Gambar 5: Pompa Air



Gambar 6: Bapak Kasi Produksi dan Ibu Kasubsi Laboratorium

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama Lengkap : Rizki Ari Putra
Nama Panggilan : Rizki
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 10 Juni 1998
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Jl. Sei Bangkatan II, Tanah Seribu, Pasar II
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Jumino
Ibu : Wati
No Hp : 085760344076 (Whatsapp)
Email : ikiari375@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1707210085
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Kelamin : Laki-laki
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan

Kelulusan

Sekolah Dasar	SD NEGERI 028071	2005 - 2011
Sekolah Menengah Pertama	SMP NEGERI 9 BINJAI	2011 - 2014
Sekolah Menengah Atas	SMA NEGERI 3 BINJAI	2014 - 2017
