

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KEBUTUHAN AIR BERSIH PDAM TIRTANADI DI KOTA
MEDAN**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

M ANDRIVI PRADITA RANGKUTI

1707210072



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : M Andrivi Pradita Rangkuti
Npm : 1707210072
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisis Kebutuhan Air Bersih PDAM Tirtanadi Kota
Medan
Bidang Ilmu : Transportasi

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, Juni 2024

Dosen Pembimbing



Wiwin Nurzanah, S.T., M.T

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : M Andrivi Pradita Rangkuti

NPM :1707210072

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Kebutuhan Air Bersih PDAM Tirtanadi Kota Medan

Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahakan di hadapan 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, Juni 2024

Mengetahui dan Menyetujui :

Dosen Pembimbing/ Penguji



Wiwin Nurzanah, S.T., M.T

Dosen Pembanding I/Penguji



(Ade Faisal. S.T., MSc.,PhD)

Dosen Pembanding II/Penguji



(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 : M Andrivi Pradita Rangkuti
Tempat/Tanggal Lahir : Medan/13 September 1999
Npm : 1707210072
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul “Analisis Kebutuhan Air Bersih PDAM Tirtanadi Kota Medan).

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

Bila kemudian hari diduga ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kerjasama 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,

2024

Saya yang menyatakan,



M Andrivi Pradita Rangkuti

ABSTRAK

ANALISIS KEBUTUHAN AIR BERSIH PDAM TIRTANADI KOTA MEDAN

M Andrivi Pradita Rangkuti

1707210072

Wiwin Nurzanah,S.T.,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 Medan 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 Medan digunakan metode Geometri yang mana metode ini menunjukkan pertumbuhan penduduk terbesar sehingga dapat direncanakan kebutuhan air bersih sampai tahun 2032. Berdasarkan hasil proyeksi jumlah penduduk Kecamatan Medan Kota pada tahun 2032 sebanyak 2.519.457 jiwa. Debit air yang dibutuhkan masyarakat Kota Medan dan pelanggan PDAM Tirta Nadi, IPA Marcapada sampai tahun 2032 yaitu sekitar 320 l/s, Sedangkan kapasitas produksi saat ini 5958 l/s, sehingga diperlukan lagi penambahan kapasitas air bersih sebesar 5958 l/s.

Kata kunci: Debit Air, Ketersedian Air, Jumlah Penduduk.

ABSTRACT

ANALYSIS OF CLEAN WATER REQUIREMENT PDAM TIRTANADI IN MEDAN KOTA DISTRICT

M Andrivi Pradita Rangkuti

1707210072

Wiwin Nurzanah,S.T.,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 Medan 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 Medan Kota used the Geometry method shows the largest population growth so that it can be planned for the need for clean water until 2032. The water debit needed by the people of Medan Kota Subdistrict and customers of PDAM Tirta Nadi, IPA Marcapada until 2032 is around 2.519.457 l/s, while the current production capacity is 5958 l/s, so additional clean water capacity of 5958 l/s is needed.

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

KATA PENGANTAR

Assalamu'Alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang puji dan syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan kesempatan dan kesehatan kepada kita khususnya penulis, serta shalawat dan berangkaikan salam kehadiran Nabi kita Nabi Muhammad SAW yang kita harapkan syafaatnya di hari akhir nanti, sampai saat ini penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dengan judul “ Analisis Kebutuhan Air Bersih PDAM Tirtanadi Kota Medan”.

Penulis menyadari, bahwa sesungguhnya penulisan dan penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bimbingan dan nasehat serta pengarahan dari berbagai pihak, untuk itu dengan segala kerendahan hati, yang tulus dan ikhlas penulis mengucapkan terima kasih semua pihak yang telah membantu dan memberi dorongan kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Dan pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Wiwin Nurzanah, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ade Faisal ST.,Msc,PhD selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberi masukan dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan juga selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberi masukan dan mengarahkan 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 Alfansury 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 seputar Teknik Sipil kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teristimewa sekali kepada, Ayahanda tercinta A Ridho Rangkuti dan Ibunda tercinta Elvina Anggriani, Adik saya Ryan Algifari Rangkuti yang telah memberikan dukungan semangat motivasi dan doa sepenuh hati guna menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
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.

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

Wassalamu'Alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 01 Juli 2024



M ANDRIVI PRADITA RANGKUTI
NPM: 1707210072

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Siklus Hidrolila	4
2.2 Air	5
2.2.1 Pengertian Air	7
2.2.2 Air Bersih	8
2.3 Sumber Air	9
2.4 Air Minum	12
2.5 Syarat-Syarat Air Minum	13
2.6 Terjadinya Air Tanah	15
2.6.1 Asal Air Tanah	16
2.6.2 Sifat-Sifat Bantuan Yang Mempengaruhi Air Tanah	16
2.7 Kebutuhan Air Bersih	17

BAB 3 METODE PENELITIAN	24
3.1 Bagan Alir Penelitian	24
3.2 Lokasi Penelitian	25
3.3 Metode Dan Tahapan Penelitian	25
3.4 Tempat dan Waktu	26
3.5 Rancangan Penelitian	26
3.6 Pelaksanaan Penelitian	26
3.7 Prosedur Penelitian	27
BAB 4 ANALISA DATA	28
4.1 Analisa Jumlah Penduduk	28
4.2 Data Eksisting	29
4.3 Perkiraan Kebutuhan Air Bersih	38
4.4 Perkiraan Air Bersih Untuk Masyarakat (Domestik)	43
4.5 Analisis Kebutuhan Air	47
4.6 Analisis Kebutuhan Air	49
4.7 Kebutuhan Total Air Bersih Sampai Tahun 2032	51
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	56
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1: Beberapa Sifat Air	4
Tabel 2. 2: Syarat-Syarat Kadar Kekeruhan Dan Warna Untuk Air Minum	14
Tabel 2. 3: Porositas Beberapa Bahan Sedimen	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 4: Kebutuhan Air Bersih Di Daerah Perkotaan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 5: Kriteria Kebutuhan Air Bersih	18
Tabel 2. 6: Kebutuhan Air Dalam Kota	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 7: Fasilitas-Fasilitas Pendidikan Kota Medan	22
Tabel 3. 1: Bagan Alir Penelitian	24
Tabel 4. 1: Jumlah Penduduk Kota Medan Tahun 2021-2032	27
Tabel 4. 2: Sumber Air Baku Dan Unit Produksi PDAM Tirtanadi	28
Tabel 4. 3: Penentuan Data Regresi	33
Tabel 4. 4: Perkiraan Jumlah Penduduk Kota Medan Tahun 2023-2032	36
Tabel 4. 5: Kebutuhan Air Domestik Tahun 2023-2032	37
Tabel 4. 6: Perkiraan Jumlah Siswa,Guru dan Pegawai	40
Tabel 4. 7: Jumlah Penduduk PDAM Tirtanadi	40
Tabel 4. 8: Perkiraan Jumlah Pelanggan PDAM Tirtanadi	43
Tabel 4. 9: Analisis Kehilangan Air	44
Tabel 4. 10: Kehilangan Air Menurut Pelanggan PDAM Kota Medan	45
Tabel 4. 11: Total Kebutuhan Air Masyarakat Kota Medan Tahun 2022-2032	46
Tabel 4. 12: Kebutuhan Air Total Menurut Pelanggan PDAM Tirtanadi	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1: Siklus Hidrologi	6
Gambar 2. 2: Air Sungai	10
Gambar 2. 3: Air Rawa	10
Gambar 2. 4: Proses Terjadinya Air Tanah	15
Gambar 3. 1: Bagan Alir Penelitian	23
Gambar 3. 2: Peta Lokasi Penelitian	24
Gambar L. 1: Kogulasi	54
Gambar L. 2: Flokulasi	54
Gambar L. 3: Sedimentasi	55
Gambar L. 4: Filter	55
Gambar L. 5: Pompa Air	56

DAFTAR NOTASI

A	= Luas Penampang
a	= Konstanta
b	= Koefisien arah regresi linear
g	= Percepatan gravitasi (m/s^2)
Hl	= 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)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu persoalan yang dihadapi oleh masyarakat terutama masyarakat Kota Medan yang terkena dampak meningkatnya jumlah penduduk akan kebutuhan air bersih. Kebutuhan air bersih sangat dibutuhkan disetiap wilayah, penyediaan air bersih dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM).

Kebutuhan air bersih semakin meningkat tiap tahunnya, dimana debit air mengalami penurunan maka PDAM Tirtanadi perlu mengkaji kembali kebutuhan air bersih untuk daerah Kota Medan, supaya kebutuhan air bersih di daerah Kota Medan dapat terpeuhi di masa yang akan datang. Sehingga dibutuhkan analisis kebutuhan Air Bersih pada instalasi pengolahan Air PDAM Tirtanadi Kota Medan.

Kebutuhan air bersih di Kota Medan bukan karena kurangnya air, namun yang menjadi persoalannya ialah bagaimana cara pengaturan dan pendistribusiannya.

Kecamatan Kota Medan ,secara geografis terletak pada posisi Koordinat 3.597493N 98.711479N, dengan luas wilayah berupa daratan seluas 7,99 km². Yang terdiri dari 7 Kelurahan yaitu, Indara Kasih, Sidorejo Hilir, Sidorejo, Bantan Timur, Bandar Selamat, Bantan, Tembung. Dengan total Jumlah penduduk 154.599 jiwa

Maka hal ini menjadi tantangan bagi PDAM Tirtanadi, Kecamatan Kota Medan sebagai pemasok air bersih dalam upaya meningkatkan pelayanan, agar memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Kecamatan Kota Medan. Perkembangan sistem dan perencanaan teliti penyediaan air bersih sangatlah dibutuhkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dibuat, berikut permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini:

1. Bagaimanakah kebutuhan air bersih Kota Medan untuk kebutuhan masyarakat 10 tahun yang akan datang?
2. Menghitung jumlah penduduk Kota Medan untuk kebutuhan air bersih 10 tahun kedepan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung jumlah penduduk Kota Medan Sumatera Utara 10 tahun ke depan.
2. Menganalisis kebutuhan air bersih untuk kebutuhan masyarakat Kota Medan 10 tahun yang akan Datang.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Agar pembahasan ini tidak meluas ruang lingkungannya dan dapat terarah sesuai dengan tujuan penulisan Tugas Akhir ini, maka diperlukan pembatasan masalah, yaitu sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian terletak di Kota Medan.
2. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan air bersih 10 tahun yang akan datang.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan tujuan penelitian yang telah disajikan, berikut manfaat yang diharapkan dari penelitian ini:

1. Memberi pemahaman ilmu bagi para pembaca dalam bidang teknik sumber daya air.
2. Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar PDAM Tirtanadi untuk memenuhi kebutuhan air bersih.
3. Dapat menjadi referensi untuk penelitian lainnya yang berkaitan dengan kinerja sistem drainase

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mendapatkan alur penulisan yang jelas, sistematis dan memudahkan pembaca untuk memahami hasil tulisan ini, maka disusun sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, ruang lingkup permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang penjelasan mengenai teori-teori serta rumus-rumus untuk kebutuhan perencanaan *fender* dari beberapa sumber bacaan penulis yang mendukung penyelesaian penelitian ini.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini membahas tentang metode-metode yang dilakukan penulis dan cara pengambilan data yang relevan, pengolahan data serta analisa data.

BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menyajikan penjelasan mengenai perhitungan, analisa data dan penyajian data sesuai dengan tujuan penelitian.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi penjelasan mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari keseluruhan penulisan yang dimana akan menjadi dasar untuk Menyusun saran-saran yang bermanfaat.

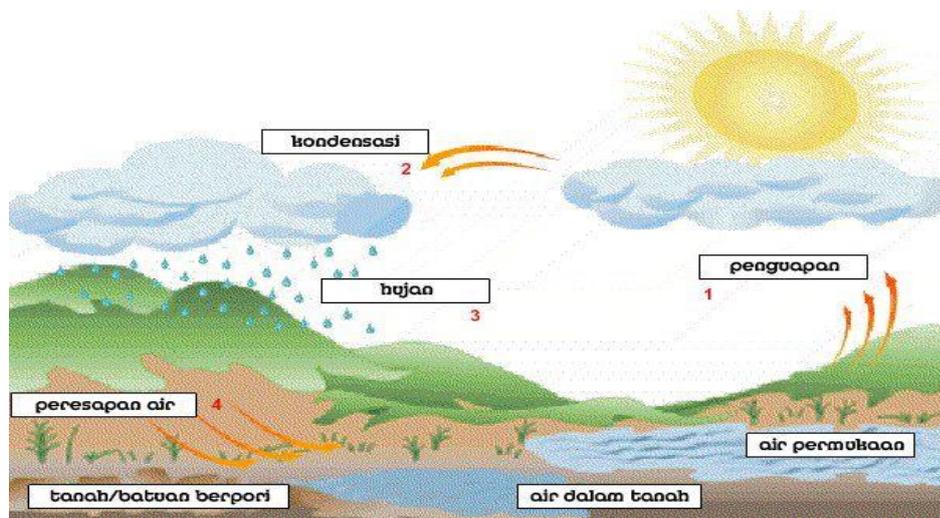
BAB 2

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 dimulaidengan 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.

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifatnya, dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup. Penerapan ilmu hidrologi dapat dijumpai dalam beberapa kegiatan seperti perencanaan dan operasi bangunan air, penyediaan air untuk berbagai keperluan, pembangkit listrik tenaga air, pengendalian banjir, pengendalian erosi dan sedimentasi.



Gambar 2.1: Siklus Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan satu bagian analisis awal dalam perancangan bangunan air. Analisis hidrologi digunakan untuk menentukan besarnya debit rencana pada suatu perancangan bangunan air. Data yang diperlukan dalam analisis hidrologi diantaranya data curah hujan dan data penggunaan luas lahan (catchment area).

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 (*surface 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

Penyediaan air bersih merupakan suatu program pemerintah yang pelayanannya ditangani oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Kebutuhan tentang penyediaan dan pelayanan air bersih dari waktu ke waktu semakin meningkat yang terkadang tidak diimbangi oleh kemampuan pelayanan. Peningkatan kebutuhan ini disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk, peningkatan derajat kehidupan warga serta perkembangan kawasan pelayanan atau pun hal – hal yang berhubungan dengan peningkatan kondisi sosial ekonomi warga yang dibarengi dengan peningkatan jumlah kebutuhan air perkapita. (Muhibin,2012).

Air adalah zat yang paling penting dalam kehidupan setelah udara. Sekitar tiga per empat bagian dari tubuh kita terdiri dari air dan tidak seorangpun dapat bertahan hidup lebih dari 4 – 5 hari tanpa minum air. Selain itu, air juga dipergunakan untuk memasak, mencuci, mandi, dan membersihkan kotoran yang ada di sekitar rumah. Air juga digunakan untuk keperluan industri, pertanian, pemadam kebakaran, tempat rekreasi, transportasi, dan lain-lain.(Chandra, 2007)

Air mempunyai sifat khusus di diantara zat-zat cair, karena molekul-molekulnya cenderung membentuk kelompok atau agregasi akibat sifat-sifat

listriknnya 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).

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 besardari pada zat cair lain pada umumnya.

2.2.1 Pengertian Air

Air ialah salah satu sumber energi alam yang sangat berguna untuk kehidupan serta perikehidupan manusia, air ialah kebutuhan pokok untuk kehidupan, karna kehidupan didunia tidak bisa berlangsung terus tanpa tersediaan air yang pas/cukup. Pemicu susahya memperoleh air yaitu adanya pencemaran air yang di sebabkan oleh limbah industri, limbah rumah tangga, serta limbah pertanian dan pembuangan sampah sembarangan. Tidak cuma itu diakibatkan oleh adanya pembangunan serta penebangan hutan secara liar dan menyebabkan berkurangnya mutu mata air dari pegunungan, dan dampaknya air terkadang menjadi langka. Kenaikan kuantitas air yaitu merupakan ketentuan kedua sesudah kualitas, karna semakin maju tingkatan hidup manusia, maka hendak besar pula tingkatan kebutuhan air dari manusia tersebut. Pada konvensi tingkatan tinggi bumi pada tahun 2002 di johannasburg melaporkan kalau penduduk dunia yang tidak mempunyai akses terhadap air bersih ialah kurang lebih 1 miliar orang, sehingga pada konferensi tingkat tinggi (KTT) bumi tersebut serta disepakati kalau akan melonjak pada pelayanan air minum jadi 80% buat warga perkotaan dan 40% buat warga perdesaan. (Setiyanto, 2017)

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan yang paling mendasar bagi kehidupan manusia. Tanggung jawab pemerintah kepada masyarakat secara keseluruhan adalah penyediaan air bersih yang cukup untuk kebutuhan air minum dan MCK baik yang tinggal diperkotaan maupun yang berada di pedesaan. (Rumilah Harahap, 2021)

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok dalam kelangsungan hidup bagi manusia dan bisa dipastikan kehidupan tidak akan ada tanpa adanya air. Jumlah air dibumi ini sangat melimpah ruah namun hanya sedikit yang dapat dimanfaatkan. Dari total air yang ad dibumi sebesar 97,5% merupakan air asin yang ada dilautan, dan proporsi air tawar yang ada hanya 2,5% yang dua pertiganya ada di kutub berupa gletser. (Hidayat,2019).

2.2.2 Air Bersih

a. Pengertian Air Bersih

Air bersih yaitu air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan menjadi air minum setelah dimasak lebih dulu. Sebagai batasanya air bersih adalah air yang

memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum, dimana persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologis dan radiologis, sehingga apabila di konsumsi tidak menimbulkan efek samping (Ketentuan Umum Permenkes No. 416/Menkes/PER/IX/1990). (Wijanarko, 2011).

Masalah penyediaan air bersih saat ini menjadi perhatian khusus negara-negara maju maupun negara yang sedang berkembang. Indonesia sebagai salah satu negara berkembang tidak lepas dari permasalahan penyediaan air bersih bagi masyarakat. Salah satu masalah pokok yang dihadapi adalah kurang tersedianya sumber air bersih dan belum meratanya pelayanan penyediaan air bersih terutama di pedesaan dan sumber air bersih yang belum dimanfaatkan secara maksimal. (Arif, 2011).

b. Persyaratan Air Bersih

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

- (1) Persyaratan Kualitatif Persyaratan kualitatif terdiri dari persyaratan fisik, kimia, biologis, dan radiologis. Syarat-syarat tersebut meliputi syarat fisika seperti tidak berwarna, berbau, dan berasa, serta syarat kimia baik kimia anorganik, kimia organik, mikrobiologis, dan radioaktif.
- (2) 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.
- (3) 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 Sutrisno (dalam Asmadi et al,2011) sumber air merupakan salah satu komponen utama yang ada pada suatu system penyediaan air bersih, karena tanpa sumber air maka suatu system penyediaan air bersih tidak akan berfungsi. Macam-macam sumber air yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber air minum dan air bersih adalah sebagai berikut :

Menurut Sutrisno (dalam Asmadi et al,2011) sumber air merupakan salah satu komponen utama yang ada pada suatu system penyediaan air bersih, karena tanpa sumber air maka suatu system penyediaan air bersih tidak akan berfungsi. Macam-macam sumber air yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber air minum dan air bersih adalah sebagai berikut :

1. Air permukaan, seperti air danau, air rawa, air sungai dan sebagainya

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.

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

b. Air Rawa/ Danau

Kebanyakan air rawa ini berwarna yang disebabkan oleh adanya zat-zat organis yang telah membusuk, misalnya asam humus yang larut dalam air yang menyebabkan warna kuning coklat. Dengan adanya pembusukan kadar zat organis 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 (google.com)

2. Air tanah, seperti mata air, air tanah dalam atau air tanah dangkal.

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).

➤ 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, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kuantitas/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.

3. Air atmosfer, seperti hujan, es atau salju.

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).

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 :

➤ Indonesia drinking Water Standard.

Standar fisik meliputi warna, bau, rasa, temperatur, dan kekeruhan. Kekeruhan air berasal dari bahan organik dan anorganik yang terkandung di dalam air, seperti lumpur dan bahan yang berasal dari hasil pembuangan.

Standar kimia berhubungan dengan ion-ion senyawa maupun logam berbahaya seperti Hg, Pb, Ag, Cu, dan Zn. Residu dari senyawa lain yang beracun adalah residu pestisida sehingga menyebabkan perubahan bau, rasa dan warna air.

Standar bakteriologis air minum dari peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/Menkes/SK/VII/2002, air minum tidak boleh mengandung bakteri patogen. Dampak dari bakteri itu menyebabkan penyakit saluran pencernaan seperti bakteri coliform. Standar kandungan bakteri coliform dalam air minum 0 per 100 ml.

➤ American drinking Water Standard.

Menurut standar pemerintah Amerika Serikat (badan FDA) air minum yang dimurnikan (purified drinking water) harus memiliki kadar TDS di bawah 10 ppm. Padahal banyak air minum dalam kemasan (AMDK) yang beredar di masyarakat Indonesia memiliki nilai TDS antara 70 ppm s/d 100 ppm, bahkan ada yang mencapai 160 ppm. Environmental Protection Agency atau EPA di Amerika Serikat menyatakan bahwa standar pH air minum yang baik untuk dikonsumsi sehari-hari berada di kisaran 6,5 sampai dengan 8,5.

➤ W.H.O. Drinking Water Standard.

Menurut World Health Organization (WHO) kualitas air minum merupakan penentu lingkungan yang sehat. Manajemen mutu air minum telah menjadi pilar utama pencegahan selama lebih dari satu setengah abad dan terus menjadi dasar untuk pencegahan dan pengendalian penyakit yang ditularkan melalui air. Air sangat penting bagi kehidupan, tetapi dapat menjadi sumber penularan penyakit di di seluruh benua baik bagi masyarakat paling miskin bahkan masyarakat yang paling kaya sekalipun. Penyakit yang paling dominan ditularkan melalui air adalah diare, yang memiliki kejadian tahunan

diperkirakan sebesar 4,6 miliar dan menyebabkan 2,2 juta kematian setiap tahun (WHO, 2011).

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

Parameter wajib	Unit	Standar baku mutu (Kadar maksimum)
Kekeruhan	NTU	25
Warna	TCU	50
Zat padat terlarut	Mg/l	1000
Suhu	$^{\circ}\text{C}$	suhu udara ± 3
Rasa	Tidak mengganggu	Tidak Berasa
Bau	Tidak mengganggu	Tidak Berbau

Sumber: Peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 32 tahun 2017

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.

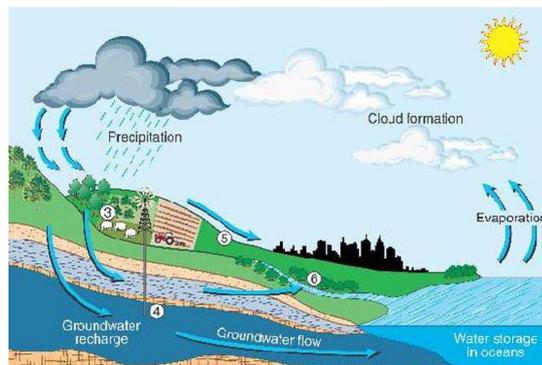
Bakteri golongan Coli ini berasal dari usus besar (faeces) dan tanah. Bakteri pathogen yang mungkin ada dalam air tanah antara lain :

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

2.6 Terjadinya Air Tanah

Untuk menjelaskan terjadinya air tanah, perlu diketahui dimana dan bagaimana air tanah itu ada. Distribusi vertikal dan horizontal di bawah permukaan tanah harus diperhatikan. Perlu dilakukan identifikasi zona geologi yang mempunyai pengaruh terbesar terhadap airtanah dan strukturnya ditinjau dari kapasitas penyimpanan dan produksinya.

Dengan asumsi bahwa kondisi hidrologi memasok air ke zona bawah permukaan, peran geologi terhadap air tanah tidak dapat diabaikan, karena lapisan bawah permukaan tersebar dan mempengaruhi pergerakan air tanah.



Gambar 2.4 : Proses Terjadinya Air Tanah

2.6.1 Asal Air Tanah

Hampir semua air tanah, termasuk air permukaan dan air atmosfer, dapat dianggap sebagai bagian dari siklus air. Meski dalam jumlah kecil, air tanah dari sumber lain juga bisa masuk ke dasar.

Air connate adalah air yang terperangkap dalam rongga batuan sedimen selama pengendapan. Air ini diekstraksi dari air laut atau air tawar dan kaya akan mineral. Air yang terbentuk ketika magma dari gunung berapi atau luar angkasa bercampur dengan air di permukaan tanah disebut air juvenile. Air juvenile terkadang disebut air magmatik, air vulkanik, atau air kosmik, berdasarkan asal usulnya.

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.

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 Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih adalah banyaknya air yang diperlukan untuk melayani penduduk yang dibagi dalam dua klasifikasi pemakaian air, yaitu untuk keperluan domestik (rumah tangga) dan non domestik. Dalam melayani jumlah cakupan pelayanan penduduk akan air bersih sesuai target, maka direncanakan kapasitas sistem penyediaan air bersih yang dibagi dalam dua klasifikasi pemakaian air, yaitu untuk keperluan domestik (rumah tangga) dan non domestik.

1. Kebutuhan Air Bersih Untuk Domestik (Rumah Tangga).

Menurut Ditjen Cipta Karya (1990), menyatakan bahwa kebutuhan domestik dimaksudkan adalah untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi keperluan rumah tangga yang dilakukan melalui Sambungan Rumah (SR) dan kebutuhan umum yang disediakan melalui fasilitas Hidran Umum (HU).

2. Kebutuhan Air Bersih Untuk Non Domestik

Menurut Ditjen Cipta Karya (1990), kebutuhan air bersih non domestik dialokasikan pada pelayanan untuk memenuhi kebutuhan air bersih berbagai fasilitas sosial dan komersial yaitu fasilitas pendidikan, peribadatan, pusat pelayanan kesehatan, instansi pemerintahan dan perniagaan. Besarnya pemakaian air untuk kebutuhan non domestik diperhitungkan 20% dari kebutuhan domestik.

Tabel 2.4: Kebutuhan Air Bersih di Daerah Perkotaan

No	Kategori Wilayah	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air (lt/orang/hari)
1	Kota Metropolitan	>1.000.000	190
2	Kota Besar	500.000 – 1.000.000	170
3	Kota Sedang	100.000 – 500-000	150
4	Kota Kecil	20.000 – 100.000	130
5	Kota Kecamatan	<20.000	100

Sumber: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2002

Konsumsi air perkapita sangat bervariasi antara satu tempat dengan tempat lainnya yang dipengaruhi curah hujan, perbedaan jumlah penduduk, kemampuan ekonomi, tingkat kesadaran masyarakat akan pentingnya menghemat air, penggunaan air baik untuk industri maupun komersial lainnya.

Tabel 2.5: Kriteria kebutuhan air bersih

No	Uraian	Kategori Kota Berdasar Jumlah Jiwa				
		>1.000.000	500.000 s.d. 100.000.000	100.000 s.d. 500.000	20.000 s.d. 100.000	<20.000
		Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
1	Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (liter/org/hari)	>150	150 - 120	90 - 120	80 - 140	60 - 80
2	Konsumsi Unit Hidran (HU) (liter/org/hari)	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40
3	Konsumsi Unit non domestik a. Niaga Kecil (liter/unit/hari) b. Niaga Besar (liter/unit/hari) c. Industri Besar (liter/unit/hari) d. Pariwisata (liter/detik/ha)	600 - 900 1000 - 5000 0.2 - 0.8 0.1 - 0.3	600 - 900 1000 - 5000 0.2 - 0.8 0.1 - 0.3		600 - 900 1000 - 5000 0.2 - 0.8 0.1 - 0.3	
4	Kehilangan Air (%)	1.15 - 1.25 *harian	1.15 - 1.25 *harian	1.15 - 1.25 *harian	1.15 - 1.25 *harian	1.15 - 1.25 *harian
5	Faktor Hari Maksimum	1.75 - 2.0 *hari maks	1.75 - 2.0 *hari maks	1.75 - 2.0 *hari maks	1.75 - 2.0 *hari maks	1.75 - 2.0 *hari maks
6	Faktor Jam Puncak	1.75 - 2.0 *hari maks	1.75 - 2.0 *hari maks	1.75 - 2.0 *hari maks	1.75 - 2.0 *hari maks	1.75 - 2.0 *hari maks
7	Jumlah Jiwa per SR (Jiwa)	5	5	5	5	5
8	Jumlah Jiwa per HU (Jiwa)	100	100	100	100 - 200	100
9	Sisa Tekan di Penyediaan Distribusi (Meter)	10	10	10	10	10
10	Jam Operasi (jam)	24	24	24	24	24
11	Volume Reservoir (% Max Day Demand)	15 - 25	15 - 25	15 - 25	15 - 25	15 - 25
12	SR : HU	50 : 50 s.d . 80 : 20	50 : 50 s.d . 80 : 20	80 - 20	70 - 30	70 - 30
13	Cakupan Pelayanan (%)	90	90	90	90	70

Sumber: Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya PU, 1998

Konsumsi unit masyarakat terbagi menjadi dua jenis, yaitu sambungan rumah secara langsung ke pelanggan PDAM, dan hidran umum. Berdasarkan istilah dan pengertian dari Cipta Karya, hidran umum merupakan kran umum yang menggunakan bak penampungan air sementara yang telah disediakan oleh PDAM dan digunakan oleh masyarakat umum di sekitar lokasi hidran umum tersebut. Hidran umum bersifat komunal, terdiri dari tangki penampung air, dan dilengkapi dengan meteran.

2.7.1 Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitas sehari-hari, seperti memasak, mencuci, dan lain- lain. Standar penyediaan air domestik ditentukan oleh data penduduk yang ada.

Kebutuhan air domestik untuk kota dibagi dalam beberapa kategori, yaitu

Tabel 2.6: Kebutuhan air dalam kota

Kategori	Ukuran Kota	Jumlah Penduduk	KebutuhanAir (liter/orang/hari
I	Kota Metropolitan	>1.000.000	190
II	Kota Besar	500.000-1.000.000	170
III	Kota Sedang	100.000 – 500.000	150
IV	Kota Kecil	20.000 – 100.000	130
V	Kota Kecamatan	>20.000	100

(Sumber : Ditjen Cipta Karya PU, 1998)

2.7.2 Kebutuhan Air Nondomestik

Kebutuhan air nondomestik ditentukan oleh banyaknya konsumen nondomestik, seperti perkantoran, kesehatan, industri, komersial umum, dan lainnya. Konsumsi non domestik terbagi menjadi beberapa kategori:

- a. Umum, meliputi: tempat ibadah, rumah sakit, sekolah, terminal, kantor, dan sebagainya.
- b. Komersil, meliputi: hotel, pasar, pertokoan, rumah makan, dan sebagainya.
- c. Industri, meliputi: peternakan, industri, dan sebagainya

2.8 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 2032 harus diperkirakan terlebih dahulu. Memperkirakan jumlah penduduk yang akan datang sangat penting dalam memperhitungkan jumlah air baku pada tahun 2032. 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-Squar*

2.8.1 Metode Aritmatika

Metode ini sesuai untuk daerah dengan perkembangan penduduk yang meningkat secara konstan. Rumus perhitungannya adalah sebagai berikut:

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

Dimana:

P_n = jumlah penduduk pada tahun proyeksi (jiwa)

P_o = jumlah penduduk pada awal tahun dasar (jiwa)

a = rata-rata pertambahan penduduk (jiwa/tahun)

n = kurun waktu proyeksi (tahun)

2.8.2 Metode Geometri

Metode ini dianggap bahwa perkembangan penduduk secara otomatis berganda dengan penambahan penduduk. Metode ini tidak memperhatikan adanya suatu saat terjadi perkembangan menurun, disebabkan kepadatan penduduk telah mendekati maksimum. Metode ini banyak digunakan dengan alasan yang mudah dan mendekati kebenaran. Rumus perhitungannya adalah sebagai berikut:

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

Dimana:

P_n = jumlah penduduk pada tahun proyeksi (jiwa)

P_o = jumlah penduduk pada awal tahun dasar (jiwa)

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

n = kurun waktu proyeksi (tahun)

2.8.3. 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:

$$Y = a.X+b \quad (2.3)$$

Dimana :

Y = Nilai variabel berdasarkan garis regresi

X = Variabel independen

A = Konstanta

b = Koefisien arah regresi linier

2.9 Aspek Lingkungan

Unsur kegiatan atau produk atau jasa dari organisasi yang berinteraksi dengan lingkungan. Suatu aspek lingkungan penting adalah aspek lingkungan yang memiliki satu atau lebih dampak lingkungan penting.

2.9.1 Fasilitas Kota

Fasilitas Pendidikan

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

Tabel 2.7: Fasilitas-Fasilitas Pendidikan Kota Medan

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

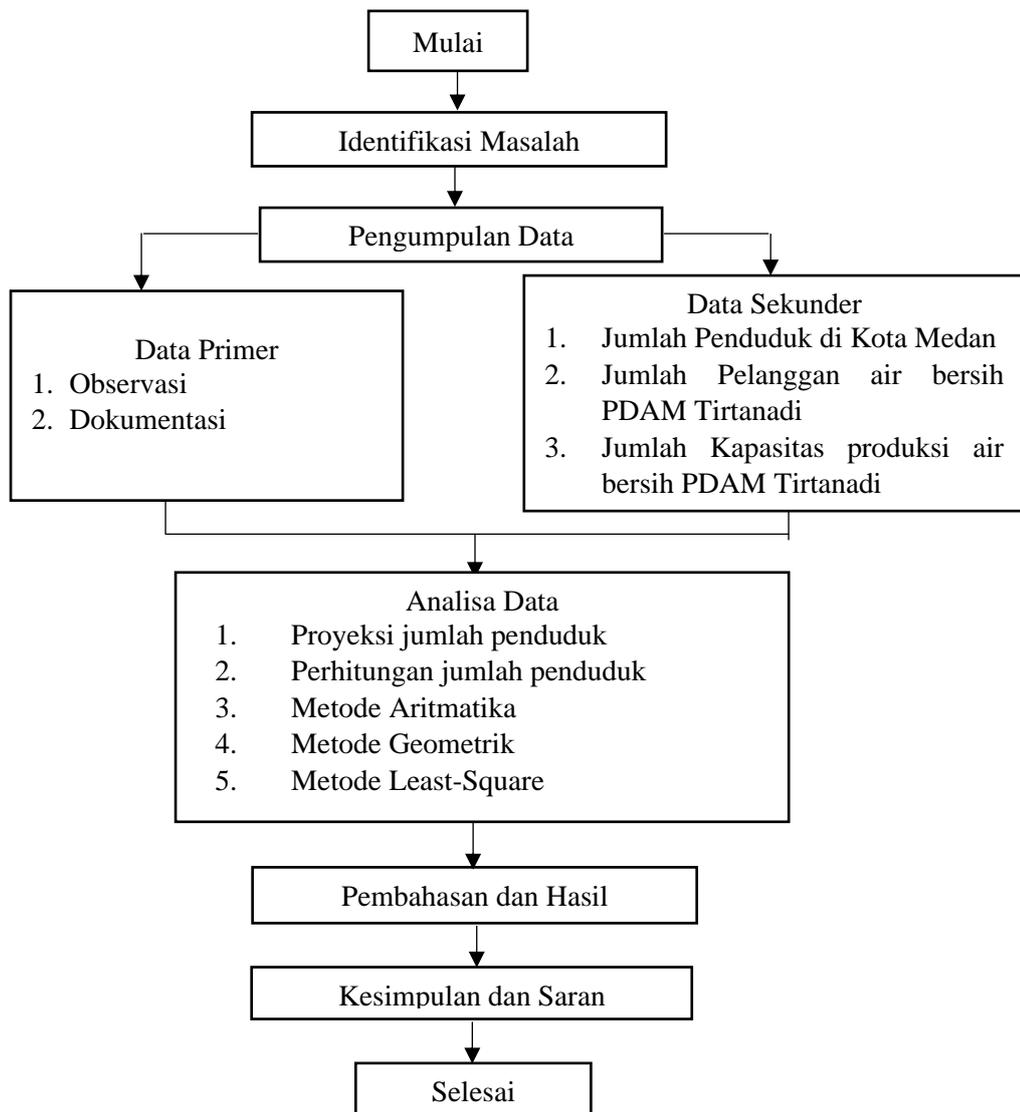
Sumber : BPS Kota Medan dalam angka 2024

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

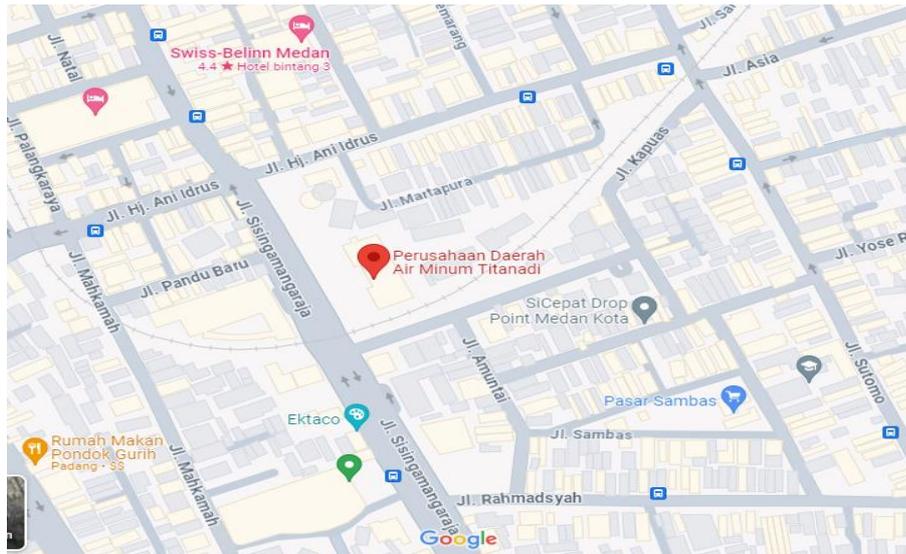
Urutan prosedur penelitian yang akan dilakukan dalam mengerjakan studi ini disajikan dalam bagan alir seperti gambar 3.1.



Gambar 3.1: Bagan Alir Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

PDAM terletak di jalan Sisingamangaraja, Kecamatan Medan kota , Kota Medan , Sumatera Utara.



Gambar 3.2: Peta Lokasi Penelitian (<https://earth002Egoogle.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 catatankuliah yang berkaitan dengan studi pustaka.
- b) Data primer → survei lokasi di PDAM Tirta Nadi.
- 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 Nadi, Kota Medan. 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 Nadi. 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 Medan dan di PDAM Tirta Nadi. Selain itu, data-data pelengkap di ambil dikantor Badan Pusat Statistik dan Kantor PDAM Kota Medan.

2. Wawancara

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

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

1. Menghitung perkiraan jumlah penduduk Kecamatan Binjai Kota dengan menggunakan tiga metode yaitu Arimatika, Geometri, dan *Last-Square*. Dan dari ketiga metode ini diambil nilai terbesar.

2. Menghitung perkiraan kebutuhan air bersih masyarakat Medan Kota berdasarkan proyeksi dari jumlah penduduk dan fasilitas-fasilitas di Kota Medan.
3. Menganalisa solusi-solusi yang dapat dilakukan dalam memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Kota Medan sampai 10 tahun kedepan.

BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Jumlah Penduduk

Untuk membuat perkiraan jumlah penduduk sampai tahun 2032, 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 akandatang

Dalam memperkirakan jumlah penduduk, digunakan data jumlah penduduk sebelumnya. Adapun data jumlah penduduk Kota Medan yang menjadi data proyeksi adalah data tahun 2021-2032. Hal ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1: Jumlah Penduduk Kota Medan Tahun 2021-2032

No	Wilayah	Jumlah Penduduk Kota Medan Menurut Kecamatan Dan Jenis Kelamin(Jiwa)	
		Laki-Laki Dan Perempuan	
		2021	2022
1	MedanTuntungan	98.561	100.200
2	Medan johor	154.096	156.957
3	Medan Amplas	130.882	132.458
4	Medan Denai	171.908	174.744
5	Medan Area	118.710	120.788
6	Medan Kota	85.563	86.738
7	Medan Maimun	50.063	51.066
8	Medan Polonia	60.389	61.056
9	Medan Baru	36.545	36.681
10	Medan Selayang	103.208	103.559
11	Medan Sunggal	130.193	131.741
12	Medan Helvetia	166.332	168.287
13	Medan Petisah	72.587	73.565
14	Medan Barat	90.156	92.021
15	Medan Timur	117.314	118.008
16	Medan Perjuangan	104.432	105.380
17	Medan Tembung	147.209	148.346
18	Medan Deli	190.822	192.933
19	Medan Labuhan	135.589	137.863
20	Medan Marelan	186.391	190.940
21	Medan Belawan	109.908	111.181
22	Medan	2.460.858	2.494.512

Sumber : BPS Kota Medan 2022

4.2 Data Eksisting

Tabel 4.2: Sumber Air Baku dan Unit Produksi PDAM Tirtanadi

No	Nama	Kapasitas (l/det)		Sumber Air
		Terpasang	Produksi	
1.	IPA Marcapada	160	160	Sungai Bingai
2.	Sumur Bor Bergam	10	6	Air Tanah Dalam
3.	Sumur Bor Tandem	10	6	Air Tanah Dalam
4.	Sumur Bor Mencirim	25	10	Air Tanah Dalam
Total		205	182	

Sumber : PDAM Tirtanadi Kota Medan

Metode yang digunakan dalam memperkirakan jumlah penduduk adalah sebagai berikut :

1. Metode Arimetika

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

Mencari Nilai (r) :

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

$$r = \frac{1}{10} \left(\frac{2.494.512}{2.460.858} - 1 \right)$$

$$r = 0,001$$

Maka :

➤ Untuk Tahun 2023, $n = 1$, maka diperoleh =

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

$$P_n = 2.494.512 \{ 1 + (0,001 \times 1) \}$$

$$P_n = 2.497.006 \text{ Jiwa}$$

➤ Untuk Tahun 2024, $n = 2$, maka diperoleh =

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

$$P_n = 2.494.512 \{ 1 + (0,001 \times 2) \}$$

$$P_n = 2.499.501 \text{ Jiwa}$$

➤ Untuk Tahun 2025, $n = 3$, maka diperoleh =

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

$$P_n = 2.494.512 \{ 1 + (0,001 \times 3) \}$$

$$P_n = 2.501.995 \text{ Jiwa}$$

➤ Untuk Tahun 2026, $n = 4$, maka diperoleh =

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

$$P_n = 2.494.512 \{ 1 + (0,001 \times 4) \}$$

$$P_n = 2.504.490 \text{ Jiwa}$$

➤ Untuk Tahun 2027, $n = 5$, maka diperoleh =

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

$$P_n = 2.494.512 \{ 1 + (0,001 \times 5) \}$$

$$P_n = 2.506.984 \text{ Jiwa}$$

➤ Untuk Tahun 2028, $n = 6$, maka diperoleh =

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

$$P_n = 2.494.512 \{ 1 + (0,001 \times 6) \}$$

$$P_n = 2.509.479 \text{ Jiwa}$$

➤ Untuk Tahun 2029, $n = 7$, maka diperoleh =

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

$$P_n = 2.494.512 \{ 1 + (0,001 \times 7) \}$$

$$P_n = 2.511.973 \text{ Jiwa}$$

➤ Untuk Tahun 2030, $n = 8$, maka diperoleh =

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

$$P_n = 2.494.512 \{ 1 + (0,001 \times 8) \}$$

$$P_n = 2.514.468 \text{ Jiwa}$$

➤ Untuk Tahun 2031, $n = 9$, maka diperoleh =

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

$$P_n = 2.494.512 \{ 1 + (0,001 \times 9) \}$$

$$P_n = 2.516.962 \text{ Jiwa}$$

➤ Untuk Tahun 2032, $n = 10$, maka diperoleh =

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

$$P_n = 2.494.512 \{ 1 + (0,001 \times 10) \}$$

$$P_n = 2.519.457 \text{ Jiwa}$$

2. Metode Geometri

Dari data jumlah penduduk Kota Medan kita dapat menentukan besarnya rasiopertambahan jumlah penduduk dengan menggunakan rumus :

$$r = \frac{P_n - P_0}{P_0 \cdot n} - 1$$

$$r = \frac{(2494512) - (2460858)}{(2460858) \cdot 10} - 1$$

$$r = 1,001 - 1$$

$$r = 0,001$$

Sehingga kita dapat menentukan jumlah penduduk tahun 2022-2032 dapat dihiitung dengan persamaan,

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

➤ Untuk tahun 2023 $n = 1$, maka :

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

$$P_n = 2.494.512 (1 + 0,001)^1$$

$$P_n = 2.497.006 \text{ jiwa}$$

➤ Untuk tahun 2024 $n = 2$, maka :

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

$$P_n = 2.494.512 (1 + 0,001)^2$$

$$P_n = 2.499.503 \text{ jiwa}$$

➤ Untuk tahun 2025 $n = 3$, maka :

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

$$P_n = 2.494.512 (1 + 0,001)^3$$

$$P_n = 2.502.003 \text{ jiwa}$$

➤ Untuk tahun 2026 $n = 4$, maka : $P_n = P_o (1 + r)^n$

$$P_n = 2.494.512 (1 + 0,001)^4$$

$$P_n = 2.504.505 \text{ jiwa}$$

➤ Untuk tahun 2027 $n = 5$, maka :

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

$$P_n = 2.494.512 (1 + 0,001)^5$$

$$P_n = 2.507.009 \text{ jiwa}$$

➤ Untuk tahun 2028 $n = 6$, maka :

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

$$P_n = 2.494.512 (1 + 0,001)^6$$

$$P_n = 2.509.516 \text{ jiwa}$$

➤ Untuk tahun 2029 $n = 7$, maka :

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

$$P_n = 2.494.512 (1 + 0,001)^7$$

$$P_n = 2.512.026 \text{ jiwa}$$

➤ Untuk tahun 2030 $n = 8$, maka :

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

$$P_n = 2.494.512 (1 + 0,001)^8$$

$$P_n = 2.514.538 \text{ jiwa}$$

➤ Untuk tahun 2031 $n = 9$, maka :

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

$$P_n = 2.494.512 (1 + 0,001)^9$$

$$P_n = 2.517.052 \text{ jiwa}$$

➤ Untuk tahun 2032 $n = 10$, maka :

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

$$P_n = 2.494.512 (1 + 0,001)^{10}$$

$$P_n = 2.519.569 \text{ jiwa}$$

3. Metode Last-Square

Dari data jumlah penduduk tahun 2021-2032, data tahun dijadikan X dan jumlah penduduk dijadikan data Y.

Tabel 4.3 Penentuan Data Regresi

No	Tahun	X	Y	X ²	XY
1.	2023	1	2.497.006	1	2.497.006
2.	2024	2	2.499.501	4	4.999.002
3.	2025	3	2.501.995	9	7.505.985
4.	2026	4	2.504.490	16	10.017.960
5.	2027	5	2.506.984	25	12.534.920
6.	2028	6	2.509.479	36	15.056.874

7.	2029	7	2.511.973	49	17.583.811
8.	2030	8	2.514.468	64	20.115.744
9.	2031	9	2.516.962	81	22.652.658
10.	2032	10	2.519.457	100	25.194.570
Jumlah		55	25.082.315	385	138.158.530

$$a. = \frac{(N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y))}{(N)(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$= \frac{(10)(138.158.530) - (55)(25.082.315)}{(10)(385) - (55)^2}$$

$$= 2.494 \text{ jiwa}$$

$$b. = \frac{(\sum K^2)(\sum F) - (\sum K)(\sum KF)}{(N)(\sum K^2) - (\sum K)^2}$$

$$= \frac{(385)(25.082.315) - (55)(138.158.530)}{(10)(385) - (55)^2}$$

$$= 2.494.511 \text{ jiwa}$$

Sehingga diperoleh :

$$Y = 2.494 X + 2.494.511$$

Dimana X adalah tahun proyeksi.

Jadi :

➤ Jumlah penduduk tahun 2023 adalah :

$$\text{Dimana } X = (2033 - 2023) = 10$$

$$Y = 2.494 (10) + 2.494.511$$

$$= 2.519.451 \text{ jiwa}$$

- Jumlah penduduk untuk tahun 2024 adalah :

$$\begin{aligned}\text{Dimana} \quad X &= (2034 - 2023) = 11 \\ Y &= 2.494 (11) + 2.494.511 \\ &= 2.521.945 \text{ jiwa}\end{aligned}$$

- Jumlah penduduk untuk tahun 2025 adalah :

$$\begin{aligned}\text{Dimana} \quad X &= (2035 - 2023) = 12 \\ Y &= 2.494 (12) + 2.494.511 \\ &= 2.524.439 \text{ jiwa}\end{aligned}$$

- Jumlah penduduk untuk tahun 2026 adalah :

$$\begin{aligned}\text{Dimana} \quad X &= (2036 - 2023) = 13 \\ Y &= 2.494 (13) + 2.494.511 \\ &= 2.526.933 \text{ jiwa}\end{aligned}$$

- Jumlah penduduk untuk tahun 2027 adalah :

$$\begin{aligned}\text{Dimana} \quad X &= (2037 - 2023) = 14 \\ Y &= 2.494 (14) + 2.494.511 \\ &= 2.529.427 \text{ jiwa}\end{aligned}$$

- Jumlah penduduk untuk tahun 2028 adalah :

$$\begin{aligned}\text{Dimana} \quad X &= (2038 - 2023) = 15 \\ Y &= 2.494 (15) + 2.494.511 \\ &= 2.51.921 \text{ jiwa}\end{aligned}$$

- Jumlah penduduk untuk tahun 2029 adalah :

$$\begin{aligned}\text{Dimana} \quad X &= (2039 - 2023) = 16 \\ Y &= 2.494 (16) + 2.494.511 \\ &= 2.534.415 \text{ jiwa}\end{aligned}$$

➤ Jumlah penduduk untuk tahun 2030 adalah :

$$\begin{aligned}\text{Dimana} \quad X &= (2040 - 2023) = 17 \\ Y &= 2.494 (17) + 2.494.511 \\ &= 2.536.909 \text{ jiwa}\end{aligned}$$

➤ Jumlah penduduk untuk tahun 2031 adalah :

$$\begin{aligned}\text{Dimana} \quad X &= (2041 - 2023) = 18 \\ Y &= 2.494 (18) + 2.494.511 \\ &= 2.539.403 \text{ jiwa}\end{aligned}$$

➤ Jumlah penduduk untuk tahun 2032 adalah :

$$\begin{aligned}\text{Dimana} \quad X &= (2042 - 2023) = 19 \\ Y &= 2.494 (19) + 2.494.511 \\ &= 2.541.897 \text{ jiwa}\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, bahwa perkiraan jumlah penduduk terbesar Kota Medan diperlihatkan pada Metode Geometri. Karena data yang di dapat tujuhtahun terakhir maka asumsi perkembangan penduduk rata-rata (bernilai r) menggunakan data jumlah penduduk di Kota Medan mulai tahun 2023 dan hasil proyeksi jumlah penduduk tahun 2032.

Data Jumlah Penduduk :

$$\text{Tahun 2023} = 2.497.006 \text{ jiwa}$$

$$\text{Tahun 2032} = 2.541.897 \text{ jiwa}$$

Selisih tahun data pengamatan awal dan akhir (n) = 19

Perkembangan penduduk rata-rata adalah :

$$r = \left[\frac{2.541.8}{2.497.0} \right]^{\frac{1}{19}} - 1 = 0,001 \%$$

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

Tabel 4.4: Perkiraan Jumlah Penduduk Kota Medan Tahun 2023-2032

Tahun	Metode		
	Aritmetik	Geometri	Last-Square
2023	2.497.006	2.497.006	2.519.451
2024	2.499.501	2.499.503	2.521.945
2025	2.501.995	2.502.003	2.524.439
2026	2.504.490	2.504.505	2.526.933
2027	2.506.984	2.507.009	2.529.427
2028	2.509.479	2.509.516	2.531.921
2029	2.511.973	2.512.026	2.534.415
2030	2.514.468	2.514.538	2.536.909
2031	2.516.962	2.517.052	2.539.403
2032	2.519.457	2.519.569	2.541.897

4.3 Perkiraan Kebutuhan Air Bersih

Perkiraan kebutuhan air bersih untuk masyarakat Kota Medan sampai tahun 2032 dapat diketahui dengan berdasarkan proyeksi jumlah penduduk dan fasilitas-fasilitas yang terdapat pada Kota Medan.

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 Medan sampai tahun 2032 sekitar 2.519.569 jiwa. Standar kebutuhan air untuk setiap orang dengan jumlah penduduk antara >1.000.000 jiwa adalah 190 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 2023-2032

No	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air Bersih (liter/hari)	Debit Kebutuhan Air Domestik (liter/hari)
1.	2023	2.497.006	190	474.431.140
2.	2024	2.499.503	190	474.905.570
3.	2025	2.502.003	190	475.380.570
4.	2026	2.504.505	190	475.855.950
5.	2027	2.507.009	190	476.331.710
6.	2028	2.509.516	190	476.808.040
7.	2029	2.512.026	190	477.284.940
8.	2030	2.514.538	190	477.762.220
9.	2031	2.517.052	190	478.239.880
10.	2032	2.519.569	190	478.718.110

Maka kebutuhan air bersih penduduk Kota Medan adalah :

$$= 2.519.569 \times 190 \text{ liter/orang/hari}$$

$$= 478.718.110 \text{ liter/orang/hari}$$

$$= 478.718,1 \text{ m}^3/\text{orang/hari}$$

$$= 5,54 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.3.2 Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Pendidikan

Perkiraan kebutuhan air untuk fasilitas pendidikan Kota Medan sebagaimana data yang tercantum pada tabel 2.4 diatas, dapat dihitung sampai tahun 2032 digunakan persamaan :

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

$$P_n = P_o (1 + 0,001)^n$$

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 2032 adalah :

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

$$P_n = 32.814 (1 + 0,001)^{10}$$

$$P_n = 33.143 \text{ jiwa}$$

- ❖ Perkiraan jumlah siswa, guru dan pegawai untuk Madrasah tahun2032 adalah:

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

$$P_n = 2968 (1 + 0,001)^{10}$$

$$P_n = 2.998 \text{ jiwa}$$

❖ Perkiraan jumlah siswa, guru dan pegawai untuk SMP tahun 2032 adalah:

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

$$P_n = 15.872 (1 + 0,001)^{10}$$

$$P_n = 16.031 \text{ jiwa}$$

❖ Perkiraan jumlah siswa, guru dan pegawai untuk MTs tahun 2032 adalah:

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

$$P_n = 3.911 (1 + 0,001)^{10}$$

$$P_n = 3.950 \text{ jiwa}$$

❖ Perkiraan jumlah siswa, guru dan pegawai untuk SMA/SMK tahun 2032 adalah:

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

$$P_n = 20.617 (1 + 0,001)^{10}$$

$$P_n = 20.824 \text{ jiwa}$$

❖ Perkiraan jumlah siswa, guru dan pegawai untuk Madrasah Aliyah tahun 2032 adalah:

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

$$P_n = 2.237 (1 + 0,001)^{10}$$

$$P_n = 2.259 \text{ jiwa}$$

Perkiraan jumlah siswa, guru dan pegawai pada tahun 2032 dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut :

Tabel 4.6: Perkiraan Jumlah Siswa, Guru dan Pegawai dan Kebutuhan Air Tahun 2022-2032

	Tahun	Jumlah Siswa, Guru dan Pegawai						Jumlah	Kebutuhan Air 50 liter/orng/hari
		SD	MI	SMP	MTs	SMA/ SMK	MA		
1.	2022	32814	2968	15872	3911	20617	2237	78419	3.920.950
2.	2023	32846	2970	15887	3914	20637	2239	78493	3.924.650
3.	2024	32879	2973	15903	3918	20658	2241	78572	3.928.600
4.	2025	32912	2976	15919	3922	20678	2243	78650	3.932.500
5.	2026	32945	2979	15935	3926	20699	2245	78729	3.936.450
6.	2027	32978	2982	15951	3930	20720	2248	78809	3.936.450
7.	2028	33011	2985	15967	3934	20741	2250	78888	3.944.400
8.	2029	33044	2988	15983	3938	20761	2252	78966	3.948.300
9.	2030	33077	2991	15999	3942	20782	2254	79045	3.952.250
10.	2031	33110	2994	16015	3946	20803	2257	79125	3.956.250
11.	2032	33143	2997	16031	3950	20824	2259	79204	3.960.200

Jadi total kebutuhan air bersih untuk fasilitas pendidikan sampai tahun 2032 adalah:

$$= 3.960.200 \text{ liter/orang/hari}$$

$$= 3960,20 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 0,045 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

Tabel 4.7: Jumlah Pelanggan PDAM Tirta Nadi Menurut Daerah Pelayanan Kota Medan Tahun 2022

No	Wilayah	Jumlah Penduduk Kota Medan Menurut Kecamatan Dan Jenis Kelamin(Jiwa)	
		Laki-Laki Dan Perempuan	
		2021	2022
1	MedanTuntungan	98.561	100.200
2	Medan johor	154.096	156.957
3	Medan Amplas	130.882	132.458
4	Medan Denai	171.908	174.744

5	Medan Area	118.710	120.788
6	Medan Kota	85.563	86.738
7	Medan Maimun	50.063	51.066
8	Medan Polonia	60.389	61.056
9	Medan Baru	36.545	36.681
10	Medan Selayang	103.208	103.559
11	Medan Sunggal	130.193	131.741
12	Medan Helvetia	166.332	168.287
13	Medan Petisah	72.587	73.565
14	Medan Barat	90.156	92.021
15	Medan Timur	117.314	118.008
16	Medan Perjuangan	104.432	105.380
17	Medan Tembung	147.209	148.346
18	Medan Deli	190.822	192.933
19	Medan Labuhan	135.589	137.863
20	Medan Marelan	186.391	190.940
21	Medan Belawan	109.908	111.181
22	Medan	2.460.858	2.494.512

Sumber : BPS Kota Medan 2022

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

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

$$P_n = P_o (1 + 0,001)^n$$

Sehingga jumlah pelanggan sampai tahun 2032 dapat dihitung menggunakan persamaan :

- ❖ Untuk perkiraan jumlah pelanggan Kecamatan Medan Kota tahun 2032 adalah:

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

$$P_n = 4145 (1 + 0,001)^{10}$$

$$P_n = 4186 \text{ jiwa}$$

- ❖ Untuk perkiraan jumlah pelanggan Kecamatan Medan Barat tahun 2032 adalah:

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

$$P_n = 1389 (1 + 0,001)^{10}$$

$$P_n = 1402 \text{ jiwa}$$

- ❖ Untuk perkiraan jumlah pelanggan Kecamatan Medan Timur tahun 2032 adalah:

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

$$P_n = 1854 (1 + 0,001)^{10}$$

$$P_n = 1872 \text{ jiwa}$$

- ❖ Untuk perkiraan jumlah pelanggan Kecamatan Medan Selatan tahun 2032 adalah:

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

$$P_n = 1170 (1 + 0,001)^{10}$$

$$P_n = 1182 \text{ jiwa}$$

- ❖ Untuk perkiraan jumlah pelanggan Kecamatan Medan Utara tahun 2032 adalah:

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

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

$$P_n = 2635 \text{ jiwa}$$

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

Tabel 4.8 Perkiraan Jumlah Pelanggan PDAM Tirta Nadi, Wilayah IPAMarcapda Sampai Tahun 2032

Tahun	Daerah Pelayanan						Kebutuhan air(Qp) (200 l/unit/hari)
	Medan Kota	Medan Barat	Medan Timur	Medan Selatan	Medan Utara	Jumlah Pelanggan	
2022	4145	1389	1854	1170	2609	11167	2.233.400
2023	4149	1390	1855	1171	2611	11176	2.235.200
2024	4153	1391	1857	1172	2614	11187	2.237.400
2025	4157	1393	1859	1173	2616	11198	2.239.600
2026	4161	1394	1861	1174	2619	11209	2.241.800
2027	4165	1395	1863	1175	2622	11220	2.244.000
2028	4169	1397	1865	1177	2624	11232	2.246.400
2029	4174	1398	1867	1178	2627	11244	2.248.800
2030	4178	1400	1868	1179	2629	11254	2.250.800
2031	4182	1401	1870	1180	2632	11265	2.253.000
2032	4186	1402	1872	1182	2635	11277	2.255.400

Jadi total perkiraan jumlah pelanggan PDAM Kota Medan untuk tahun 2032 adalah:

$$= 2.255.400 \text{ liter/pelanggan/hari}$$

$$= 2255 \text{ m}^3/\text{pelanggan/hari}$$

$$= 0,026 \text{ m}^3/\text{pelanggan/s}$$

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 4.9: Analisa Kehilangan Air

Tahun	Satuan	Debit Kebutuhan Air Domestik (Qd)	Debit Kebutuhan Air Non Domestik (Qn) Fasilitas Pendidikan	Kehilangan Air (Qs) $Qs = (Qd + Qn) \times (20\%)$
2023	l/hari	474.431.140	3.924.650	95.671.158
	l/detik	5491	45	1107
2024	l/hari	474.905.570	3.928.600	95.766.834
	l/detik	5496	45	1108
2025	l/hari	475.380.570	3.932.500	95.862.614
	l/detik	5502	45	1109
2026	l/hari	475.855.950	3.936.450	95.958.480
	l/detik	5507	45	1110
2027	l/hari	476.331.710	3.936.450	96.053.632
	l/detik	5513	45	1111
2028	l/hari	476.808.040	3.944.400	96.150.488
	l/detik	5518	45	1112
2029	l/hari	477.284.940	3.948.300	96.246.648
	l/detik	5524	45	1113
2030	l/hari	477.762.220	3.952.250	96.342.894
	l/detik	5529	45	1115
2031	l/hari	478.239.880	3.956.250	96.439.226
	l/detik	5535	45	1116
2032	l/hari	478.718.110	3.960.200	96.535.662
	l/detik	5540	45	1117

Tabel 4.10 Kehilangan Air Menurut Pelanggan PDAM Kota Medan

Tahun	Satuan	Kebutuhan Air(Qp)	Kehilangan Air (Qs) $Q_s = (Q_n + Q_p) \times (20\%)$
2022	l/hari	2.233.400	446.685
	l/detik	25	5
2023	l/hari	2.235.200	447.045
	l/detik	25	5
2024	l/hari	2.237.400	447.485
	l/detik	25	5
2025	l/hari	2.239.600	447.925
	l/detik	25	5
2026	l/hari	2.241.800	448.465
	l/detik	25	5
2027	l/hari	2.244.000	448.805
	l/detik	26	5
2028	l/hari	2.246.400	449.285
	l/detik	26	5
2029	l/hari	2.248.800	449.765
	l/detik	26	5
2030	l/hari	2.250.800	450.165
	l/detik	26	5
2031	l/hari	2.253.000	450.605
	l/detik	26	5
2032	l/hari	2.255.400	451.085
	l/detik	26	5

4.6 Analisa Kebutuhan Air Total

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

Tabel 4.11 Total Kebutuhan Air Masyarakat Kota Medan Tahun 2022 - 2032

Tahun	Debit Kebutuhan Air Domestik (Qd) l/detik	Debit Kebutuhan Air Non Domestik (Qn) l/detik	Kehilangan Air (Qs) l/detik	Debit Total (Qt) $Q_t = (Q_d + Q_n + Q_a)$ l/detik
2023	5491	45	426	1107
2024	5496	45	432	1108
2025	5502	45	437	1109
2026	5507	45	443	1110
2027	5513	45	449	1111
2028	5518	45	455	1112
2029	5524	45	461	1113
2030	5529	45	466	1115
2031	5535	45	473	1116
2032	5540	45	479	1117

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

Tabel 4.12 Kebutuhan Air Total Menurut Pelanggan PDAM Tirta Nadi Kota Medan
2022-2032

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
2022	25	45	5	75
2023	25	45	5	75
2024	25	45	5	75
2025	25	45	5	75
2026	25	45	5	75
2027	26	45	5	76
2028	26	45	5	76
2029	26	45	5	76
2030	26	45	5	76
2031	26	45	5	76
2032	26	45	5	76

4.7 Kebutuhan Total Air Bersih Sampai Tahun 2031

Kebutuhan total air bersih untuk masyarakat Kota Medan sampai tahun 2032 adalah jumlah keseluruhan air bersih domestik, non domestik dan kehilangan air yaitu :

$$= 5540 + 45 + 479 \text{ l/detik}$$

$$= 6064 \text{ l/detik}$$

Berdasarkan data diatas maka :

$$\text{Kapasitas air bersih yang dibutuhkan sampai tahun 2032} \quad Q \text{ total} = 6064 \text{ l/detik}$$

$$\text{Produksi air bersih saat ini} \quad Q \text{ total} = 182 \text{ l/detik}$$

$$\text{Penambahan debit air} \quad = 5882 \text{ l/detik}$$

Sedangkan kebutuhan air bersih menurut pelanggan PDAM Tirta Nadi Kota Medan adalah :

$$= 26 + 45 + 5 \text{ l/detik}$$

$$= 76 \text{ l/detik}$$

Berdasarkan data diatas maka :

$$\text{Kapasitas air bersih yang dibutuhkan sampai tahun 2032} \quad Q \text{ total} = 76 \text{ l/detik}$$

$$\text{Produksi air bersih saat ini} \quad Q \text{ total} = 182 \text{ l/detik}$$

$$\text{Sisa debit air} \quad = 22 \text{ l/detik}$$

Dengan membandingkan kapasitas air bersih yang diproduksi oleh PDAM Tirta Nadi sebesar 182 l/detik. Dengan kebutuhan air bersih masyarakat ditambah dengan pelanggan PDAM Tirta Nadi sampai tahun 2032 sebesar 6140 l/detik, maka dapat disimpulkan bahwa kemampuan penyediaan air bersih PDAM Tirta Nadi belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat Kota Medan ditambah dengan pelanggan PDAM Tirta Nadi sampai tahun 2032, dimana masih terdapat kekurangan air sebesar 5958 l/detik.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Kapasitas produksi air yang dibutuhkan masyarakat Kota Medan dan pelanggan PDAM Tirta Nadi, IPA Marcapada sampai tahun 2032 sekitar 6140 l/detik.

Rincian kebutuhan air sampai tahun 2031 adalah :

- | | |
|------------------------------|---------------------------|
| a. Penduduk | = 5,54 m ³ /s |
| b. Fasilitas pendidikan | = 0,045 m ³ /s |
| c. Pelanggan PDAM Tirta Nadi | = 0,026 m ³ /s |

2. Berdasarkan kebutuhan total air bersih untuk masyarakat Kota Medan sampai tahun 2032, jumlah kapasitas air bersih yang dibutuhkan sebesar 6140 l/detik. Sedangkan kapasitas produksi saat ini 182 l/detik. Maka dari itu kemampuan penyediaan air bersih PDAM Tirta Nadi Kota Medan belum dapat memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat sehingga diperlukan lagi penambahan kapasitas air bersih sebesar 5958 l/detik.

5.2 Saran

1. Dari analisa diatas, untuk dapat melayani kebutuhan air masyarakat Kota Medan 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 Nadi, 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.
- Chandra, budiman. (2007). Pengantar kesehatan lingkungan. Jakarta: Penerbit buku kedokteran EGC
- 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.
- Hidayat, Ari Rahman. (2019).Analisis Dampak Bencana Gempa Bumi Terhadap Jaringan Air Bersih. S-2 Jurusan Teknik Sipil. UGM. Yogyakarta.
- 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 , Fathurrahman2 , Adhi Surya 3 1, (tahun).
- Lenakoly, T. Y., Wurjanto, M. A., & Hestningsih, R. (2021). Analisa Kebutuhan Air Bersih PDAM Di Kota Binjai Sumater Utara, 9(1), 16–20.
- Muhibin. (2014). Analisis Ketersediaan Air Bersih Untuk Wilayah Kota Mataram. Skripsi S-1 Jurusan Teknik Sipil UNRAM. Mataram
- 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*.
- 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.
- Rumilah Harahap, (2021). Kebutuhan Air Minum Nagari Malampah Kecamatan Tigo Nagari Kabupaten Pasaman, Jurnal Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan.

- Setiyanto, I. (2017). *Analisa Kebutuhan Air Bersih (Studi Kasus Instalasi Pengolahan Air Kutoarjo)*. Skripsi
- Soemarto, 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
- Utari, Ririn, and Nyimas Arnita Aprilia. (2017). "Analisis Kebutuhan Air Bersih Di Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur Sumatera Selatan." 5(1): 32-39
- Wijanarko Arif. (2011). *Analisis Kebutuhan Dan Ketersediaan Air Bersih Unit Kewadung Pdam Sragen*. Teknik Sipil. Sebelas Maret. Surakarta.

LAMPIRAN
DATA DARI INSTANSI TERKAIT

No	Wilayah	Jumlah Penduduk Kota Medan Menurut Kecamatan Dan Jenis Kelamin(Jiwa)	
		Laki-Laki Dan Perempuan	
		2021	2022
1	MedanTuntungan	98.561	100.200
2	Medan johor	154.096	156.957
3	Medan Amplas	130.882	132.458
4	Medan Denai	171.908	174.744
5	Medan Area	118.710	120.788
6	Medan Kota	85.563	86.738
7	Medan Maimun	50.063	51.066
8	Medan Polonia	60.389	61.056
9	Medan Baru	36.545	36.681
10	Medan Selayang	103.208	103.559
11	Medan Sunggal	130.193	131.741
12	Medan Helvetia	166.332	168.287
13	Medan Petisah	72.587	73.565
14	Medan Barat	90.156	92.021
15	Medan Timur	117.314	118.008
16	Medan Perjuangan	104.432	105.380
17	Medan Tembung	147.209	148.346
18	Medan Deli	190.822	192.933
19	Medan Labuhan	135.589	137.863
20	Medan Marelan	186.391	190.940
21	Medan Belawan	109.908	111.181
22	Medan	2.460.858	2.494.512

Sumber: BPS Kota Medan 2022

No	Nama	Kapasitas (l/det)		Sumber Air
		Terpasang	Produk si	
1.	IPA Marcapada	160	160	Sungai Bingai
2.	Sumur Bor Berngam	10	6	Air Tanah Dalam
3.	Sumur Bor Tandem	10	6	Air Tanah Dalam
4.	Sumur Bor Mencirim	25	10	Air Tanah Dalam
Total		205	182	

Sumber: PDAM Tirta Nadi 2022

LAMPIRAN
DOKUMENTASI PENELITIAN



Gambar 1 : Kogulasi



Gambar 2 : Flokulasi



Gambar 3: Sedimentasi



Gambar 4: Filter



Gambar 5: Pompa Air

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : M Andrivi Pradita Rangkuti
Panggilan : Andri
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 13 September 1999
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Jl.Air Bersih GG.Gani No 135-c
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : A Ridho Rangkuti
Ibu : Elvina Anggriani
No. Hp : 081240192727
E-mail : Muhammadandrivi@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

NPM : 1707210072
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Mughtar Basri No. 3 Medan
20238

PENDIDIKAN FORMAL

No	Tingkat Pendidikan	Nama Pendidikan	Tahun Kelulusan
1	SD	SD Muhammadiyah 10	2011
2	SMP	SMP Swasta Eria	2014
3	SMA	SMA Swasta Eria	2017
4	Universitas	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2018 - Selesai

