

**PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH
DI KECAMATAN MENGKENDEK KABUPATEN TANA TORAJA**

**DEVELOPMENT OF A CLEAN WATER SUPPLY SYSTEM IN MENGKENDEK
DISTRICT, TANA TORAJA REGENCY**

HARDIANTO PABILANG

P082212003



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERENCANAAN PRASARANA
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH
DI KECAMATAN MENGKENDEK KABUPATEN TANA TORAJA**

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar magister

Program Studi Teknik Perencanaan Prasarana

Disusun dan diajukan oleh

HARDIANTO PABILANG

P082212003

kepada

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK PERENCANAAN PRASARANA
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS
PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH
DI KECAMATAN MENGKENDEK KABUPATEN TANA TORAJA

Disusun dan diajukan oleh

HARDIANTO PABILANG
P082212003

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Magister Teknik Perencanaan Prasarana
Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin
pada tanggal 22 Agustus 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Prof. Baharuddin Hamzah, ST., M.Arch., Ph.D.
NIP. 19690308 199512 1 001



Dr. Ir. Samsuddin Amin, MT.
NIP. 19661231 199403 1 022

Ketua Program Studi
Teknik Perencanaan Prasarana



Dr. Ir. Idawarni J. Asmal, MT.
NIP. 1965701 199403 2 001



Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Hasanuddin

Prof. dr. Budu, Ph.D., Sp.M(K), M.Med.Ed.
NIP. 19661231 199503 1 009

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul “Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih di Kecamatan Mengkendek Kabupaten Tana Toraja” adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Prof. Baharuddin Hamzah, ST., M.Arch., Ph.D. sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Ir. Samsuddin Amin, MT. sebagai Pembimbing Pendamping). Karya Ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal (Darma Agung, Volume 31 Issue 3 Juni 2023, 434 - 447, dan doi:<http://dx.doi.org/10.46930/ojsuda.v31i3.3390>) sebagai artikel dengan judul “*Analysis of The Need for Clean Water Supply in The Mengkendek District Tana Toraja Regency*”.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 22 Agustus 2023



Hardianto Pabilang
P082212003

KATA PENGANTAR

Pujian dan syukur hanya bagi Tuhan Yang Maha Kuasa sang pemilik kehidupan atas segala kasih karuniaNya, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir saya ini.

Terima kasih yang sebesar-besarnya saya haturkan kepada:

1. Bapak Prof. Baharuddin Hamzah, ST., M.Arch., Ph.D. dan bapak Dr. Ir. Samsuddin Amin, MT., sebagai dosen pembimbing tugas akhir saya. Terima kasih atas kesabaran, bimbingan dan waktu yang sudah diluangkan selama proses penyusunan tugas akhir,
2. Bapak Dr. Eng. Rosady Mulyadi, ST., MT., bapak Muhammad Akbar Walenna, ST., M.Sc., Ph.D., dan bapak Dr. Ir. Lucky Caroles, ST., MT., sebagai dosen penguji. Terima kasih atas saran, dan masukan dalam setiap tahap penyusunan tugas akhir,
3. Ibu Dr. Ir. Idawarni J. Asmal, MT., selaku dosen penasihat akademik. Terima kasih atas setiap nasihat selama menjadi mahasiswa sekolah Pascasarjana,
4. Bapak Bupati Tana Toraja, Theofilus Allorerung, SE. Terima kasih atas izin belajar yang sudah diberikan kepada saya, semoga ilmu yang sudah saya peroleh selama menempuh studi, dapat memberi manfaat kepada daerah,
5. Bapak Inspektur Daerah, Damoris Sembiring, AP., M.Si. Terima kasih atas kesabaran dan pengertian bapak,
6. Orang tua saya ibu Hasdiana Sitti, S.Pd. dan bapak Yusuf Surrak Pabilang, A.Ma., istri saya Yusry Indiana Isal, S.Pd.SD., anak-anak saya Alfandi Real Pabilang dan Ersya Gavrila Pabilang, kakak saya Krismawari Pabilang, S.Pd., adik saya dr. Mikael Sri Pabilang, S.Ked., Sp.KJ., serta ponakan-ponakan saya. Terima kasih atas doa dan dukungan kalian semua, perhatian yang berlebih, dan kerjasama yang baik selama saya menempuh studi,
7. Kepada setiap insan yang tidak habis saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuan, kerjasama, doa dan dukungannya,

Saya sangat menyadari bahwa tulisan saya ini masih sangat jauh dari kata sempurna, oleh karena itu atas setiap saran, kritikan dan masukan dari pembaca saya ucapkan terima kasih. Semoga Tuhan menolong kita.

Makassar, 22 Agustus 2023

ABSTRAK

HARDIANTO PABILANG. *Pengembangan sistem penyediaan air bersih di Kecamatan Mengkendek Kabupaten Tana Toraja (dibimbing oleh Baharuddin Hamzah, dan Samsuddin Amin).*

Penyediaan air bersih oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) di Kecamatan Mengkendek, Kabupaten Tana Toraja pada tahun 2022 hanya 6,07% dari seluruh jumlah penduduk yang ada. Artinya masih ada 93,93% penduduk belum mendapatkan layanan air bersih dari PDAM. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui neraca air bersih di Kecamatan Mengkendek hingga 20 tahun ke depan, mengetahui potensi sumber air bersih yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan sistem penyediaan air bersih, dan menyusun rencana pengembangan sistem penyediaan air bersih. Neraca air bersih hingga 20 tahun kedepan diperkirakan terjadi defisit sebesar 106,75 liter/detik. Angka tersebut diperoleh dengan membandingkan jumlah penduduk pada tahun 2042 yang mencapai 66.653 jiwa dengan ketersediaan air bersih saat ini sebesar 39,05 liter/detik. Potensi daerah aliran sungai yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber air bersih ditemukan melalui hasil observasi, yaitu sungai Uluway, sungai Buntu Datu, sungai Patengko, dan sungai Simbuang. Total debit air pada sungai tersebut mencapai 23.214,01 liter/detik. Dengan memanfaatkan potensi tersebut, dilakukan pengembangan sistem penyediaan air bersih melalui pembangunan baru dengan sistem zona pada wilayah perencanaan yaitu di Lembang Uluway, Lembang Uluway Barat, Lembang Buntu Datu, Lembang Patengko, Lembang Tampo, Lembang Rantedada, Lembang Simbuang, dan Lembang Pakala. Simulasi dilakukan dengan bantuan software Google Earth Pro dan Epanet 2.2. Setelah dilakukan simulasi, rencana pengembangan yang dibangun dapat beroperasi dengan baik, dengan total kebutuhan debit air pada jam puncak sebesar 55,6 liter/detik.

Kata Kunci: *Air Bersih, Kecamatan Mengkendek, Distribusi, EPANET 2.2, Perencanaan Pengembangan*

ABSTRACT

HARDIANTO PABILANG. *Development of a clean water supply system in Mengkendek District, Tana Toraja Regency (supervised by Baharuddin Hamzah, and Samsuddin Amin).*

The provision of clean water by the Regional Water Supply Company (PDAM) in Mengkendek District, Tana Toraja Regency in 2022 is only 6.07% of the total population. This means that there are still 93.93% of the population who have not received clean water services from PDAM. This research was conducted to determine the clean water balance in Mengkendek District for the next 20 years, determine the potential of clean water sources that can be utilized for the development of clean water supply systems, and compile plans for the development of clean water supply systems. The clean water balance for the next 20 years is estimated to have a deficit of 106.75 liters / second. This figure is obtained by comparing the population in 2042 reaching 66,653 people with the current availability of clean water of 39.05 liters / second. The potential of watersheds that can be used as a source of clean water was found through observations, namely the Uluway river, Buntu Datu river, Patengko river, and Simbuang river. The total water discharge in the river reached 23,214.01 liters / second. By utilizing this potential, the development of a clean water supply system was carried out through new development with a zone system in the planning area, namely in Lembang Uluway, West Lembang Uluway, Lembang Buntu Datu, Lembang Patengko, Lembang Tampo, Lembang Rantedada, Lembang Simbuang, and Lembang Pakala. The simulation was done with the help of Google Earth Pro and Epanet 2.2 software. After simulation, the development plan built can operate properly, with a total water discharge requirement at peak hours of 55.6 liters / second.

Keywords: *Clean Water, Mengkendek District, Distribution, EPANET 2.2, Development Planning*

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| PERNYATAAN PENGAJUAN | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| PERNYATAAN KEASLIAN TESIS | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| ABSTRAK | vi |
| ABSTRACT | vii |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR LAMPIRAN | xi |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Kajian Teori..... | 3 |
| 1.3. Perumusan Masalah..... | 12 |
| 1.4. Tujuan dan Manfaat..... | 13 |
| BAB II METODE PENELITIAN | 14 |
| 2.1. Rancangan Penelitian..... | 14 |
| 2.2. Lokasi dan Waktu | 14 |
| 2.3. Populasi dan Sampel..... | 15 |
| 2.4. Teknik Pengumpulan Data | 15 |
| 2.5. Analisis Statistik | 16 |
| 2.6. Definisi Operasional..... | 19 |
| BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN | 21 |
| 3.1. Karakteristik Lokasi Penelitian..... | 21 |
| 3.2. Hasil | 22 |
| 3.3. Pembahasan..... | 47 |
| BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN | 52 |
| 4.1. Kesimpulan | 52 |
| 4.2. Saran..... | 52 |
| DAFTAR PUSTAKA | 53 |
| LAMPIRAN | 56 |

DAFTAR TABEL

| Nomor Urut | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 1. Standar Kebutuhan Air Domestik | 5 |
| Tabel 2. Kriteria Pipa Transmisi..... | 10 |
| Tabel 3. Kriteria Pipa Distribusi | 11 |
| Tabel 4. Rencana Waktu Penyelesaian Tugas Akhir..... | 15 |
| Tabel 5. Variable dan Sumber Data Penelitian | 16 |
| Tabel 6. Jumlah Penduduk selama 10 Tahun terakhir..... | 22 |
| Tabel 7. Hasil Perhitungan dengan Metode Aritmatika..... | 23 |
| Tabel 8. Hasil Perhitungan dengan Metode Geometri | 24 |
| Tabel 9. Hasil Perhitungan dengan Metode Eksponensial | 25 |
| Tabel 10. Nilai Standar Deviasi dan Koefisien Korelasi..... | 26 |
| Tabel 11. Proyeksi Jumlah Penduduk yang akan datang..... | 26 |
| Tabel 12. Kebutuhan air bersih selama 20 tahun yang akan datang | 28 |
| Tabel 13. Daftar sumber air bersih | 29 |
| Tabel 14. Hasil pengukuran debit air | 30 |
| Tabel 15. Kebutuhan Air Akhir Tahun Rencana..... | 32 |
| Tabel 16. Elevasi Zona 1 Blok 1 | 34 |
| Tabel 17. Elevasi Zona 2 Blok 1 | 38 |
| Tabel 18. Elevasi Zona 3 Blok 1 | 41 |
| Tabel 19. Kebutuhan hydraulic head pada jaringan pipa Zona 3 Blok 1 | 41 |
| Tabel 20. Elevasi Zona 4 Blok 2 | 45 |
| Tabel 21. Kebutuhan Sarana Pengembangan..... | 50 |

DAFTAR GAMBAR

| Nomor Urut | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 1. Siklus Hidrologi | 4 |
| Gambar 2. Transmisi dan distribusi | 10 |
| Gambar 3. Kerangka Konsep | 12 |
| Gambar 4. Peta Wilayah Kecamatan Mengkendek Kabupaten Tana Toraja..... | 21 |
| Gambar 5. Wilayah Perencanaan Pengembangan..... | 30 |
| Gambar 6. Pembagian Zona Wilayah Pelayanan | 32 |
| Gambar 7. Penandaan letak jalur rencana pengembangan | 33 |
| Gambar 8. Peta Jaringan Pipa Zona I Blok 1 | 34 |
| Gambar 9. Hasil modifikasi jaringan pipa pada Zona 1 blok 1 | 36 |
| Gambar 10. Peta Jaringan Pipa Zona I Blok 2..... | 36 |
| Gambar 11. Kebutuhan hydraulic head pada Zona 1 Blok 2. | 37 |
| Gambar 12. Peta Jaringan Pipa Zona 2 Blok 1 | 38 |
| Gambar 13. Peta Jaringan Pipa Zona 2 Blok 2..... | 39 |
| Gambar 14. Peta Jaringan Pipa Zona III Blok 1 | 40 |
| Gambar 15. Peta Jaringan Pipa Zona 3 Blok 2..... | 43 |
| Gambar 16. Peta Jaringan Pipa Zona 4 Blok 1 | 44 |
| Gambar 17. Peta Jaringan pipa Zona 4 Blok 2 | 45 |
| Gambar 18. Peta Jaringan Pipa Zona IV Blok 3 | 46 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Nomor Urut | Halaman |
|---|---------|
| Lampiran 1. Dokumentasi Pengukuran Debit Air Sungai..... | 57 |
| Lampiran 2. Hasil Penandaan Lokasi..... | 58 |
| Lampiran 3. Koordinat Lokasi | 63 |
| Lampiran 4. Panjang, Diameter dan Kecepatan aliran air dalam pipa transmisi dan Distribusi pada Zona I Blok 1 | 75 |
| Lampiran 5. Elevasi dan pressure jaringan air bersih pada Zona I Blok 1 | 76 |
| Lampiran 6. Detail Gambar Hasil Running pada Zona I Blok 1 | 77 |
| Lampiran 7. Panjang, Diameter dan Kecepatan aliran air dalam pipa transmisi dan Distribusi pada Zona I Blok 2..... | 78 |
| Lampiran 8. Elevasi dan pressure jaringan air bersih pada Zona I Blok 2 | 79 |
| Lampiran 9. Detail gambar hasil Running pada Zona I Blok 2 | 80 |
| Lampiran 10. Panjang, Diameter dan Kecepatan aliran air dalam pipa transmisi dan distribusi Zona 2 Blok 1. | 81 |
| Lampiran 11. Detail gambar hasil Running pada Zona 2 Blok 1 | 82 |
| Lampiran 12. Elevasi dan pressure jaringan air bersih pada Zona 2 Blok 1..... | 83 |
| Lampiran 13. Panjang, Diameter dan Kecepatan aliran air dalam pipa transmisi dan distribusi Zona 2 Blok 2. | 84 |
| Lampiran 14. Detail gambar hasil Running pada Zona 2 Blok 2 | 85 |
| Lampiran 15. Elevasi dan pressure jaringan air bersih pada Zona 2 Blok 2..... | 86 |
| Lampiran 16. Panjang, Diameter dan Kecepatan aliran air dalam pipa transmisi dan distribusi Zona 3 Blok 1. | 87 |
| Lampiran 17. Detail gambar hasil Running pada Zona 3 Blok 1 | 89 |
| Lampiran 18. Elevasi dan pressure jaringan air bersih pada Zona 3 Blok 1..... | 90 |
| Lampiran 19. Panjang, Diameter dan Kecepatan aliran air dalam pipa transmisi dan distribusi Zona 3 Blok 2. | 92 |
| Lampiran 20. Detail gambar hasil Running pada Zona 3 Blok 2 | 93 |
| Lampiran 21. Elevasi dan pressure jaringan air bersih pada Zona 3 Blok 2..... | 94 |
| Lampiran 22. Panjang, Diameter dan Kecepatan aliran air dalam pipa transmisi dan distribusi Zona 4 Blok 1. | 95 |
| Lampiran 23. Detail gambar hasil Running pada Zona 4 Blok 1 | 96 |
| Lampiran 24. Elevasi dan pressure jaringan air bersih pada Zona 4 Blok 1..... | 97 |
| Lampiran 25. Panjang, Diameter dan Kecepatan aliran air dalam pipa transmisi dan distribusi Zona 4 Blok 2. | 98 |
| Lampiran 26. Detail gambar hasil Running pada Zona 4 Blok 2 | 100 |
| Lampiran 27. Elevasi dan pressure jaringan air bersih pada Zona 4 Blok 2..... | 101 |
| Lampiran 28. Panjang, Diameter dan Kecepatan aliran air dalam pipa transmisi dan distribusi Zona 4 Blok 3 | 102 |
| Lampiran 29. Detail gambar hasil Running pada Zona 4 Blok 3 | 103 |
| Lampiran 30. Elevasi dan pressure jaringan air bersih pada Zona 4 Blok 3..... | 104 |
| Lampiran 31. Rincian rekapitulasi ukuran pipa yang dibutuhkan | 105 |
| Lampiran 32. Rencana pola ruang Kabupaten Tana Toraja..... | 106 |
| Lampiran 33. Izin Penelitian | 107 |

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang memberikan manfaat besar bagi segala makhluk. Selain untuk dikonsumsi air bersih juga dapat dijadikan sebagai salah satu sarana dalam meningkatkan kesejahteraan hidup manusia melalui upaya peningkatan derajat kesehatan (Sutrisno, 2004). Di sisi lain, ketersediaan air bersih yang memenuhi syarat untuk memenuhi kebutuhan masyarakat sering menjadi masalah, terutama pada daerah dengan sumber air permukaannya sangat terbatas, atau air bawah tanahnya sangat dalam. Kebutuhan manusia akan air bersih sangat kompleks antara lain untuk minum, memasak, mandi, mencuci (bermacam-macam cucian), dan sebagainya. Menurut perhitungan WHO di negara-negara maju, setiap orang memerlukan air antara 60-120 liter per hari. Sedangkan di negara-negara berkembang termasuk Indonesia setiap orang memerlukan air antara 30-60 liter per hari, antara lain untuk mencuci, memasak, dan untuk pertanian (Rahmawati dan Retnaningdyah, 2015). Oleh karena itu, penyediaan air bersih merupakan salah satu kebutuhan penting bagi masyarakat.

Sebagai wujud upaya meningkatkan pelayanan pemerintah terhadap masyarakat di Kabupaten Tana Toraja, PDAM terus berupaya terhadap pemenuhan kebutuhan air bersih. Hal tersebut dibuktikan melalui pembangunan baru prasarana PDAM di Kelurahan Rantekalua Kecamatan Mengkendek dan sudah mulai beroperasi di awal tahun 2022 hingga saat ini. Pengamatan peneliti bahwa sebelum PDAM ini beroperasi, ada kecenderungan warga sekitar memperoleh air bersih melalui sumur dangkal dan sumur bor untuk konsumsi sehari-hari.

Hingga saat ini, suplai air bersih PDAM melalui jaringan pipa di wilayah Kelurahan Rantekalua Kecamatan Mengkendek sudah beroperasi dalam kurun waktu 1 (satu) tahun. Jaringan pipa air bersih ini diharapkan dapat berfungsi dengan baik sampai dengan puluhan tahun. Selain Kelurahan Rantekalua, infrastruktur air oleh PDAM juga sudah terpasang di sebuah kawasan permukiman warga di Lembang Randanan Kecamatan Mengkendek. Salah seorang warga mengemukakan bahwa infrastruktur PDAM pada wilayah tersebut sudah terpasang, namun manfaatnya belum dirasakan hingga saat ini. Berdasarkan hasil diskusi singkat dengan salah

seorang petugas PDAM, kondisi tersebut terjadi karena sumber air bersih yang digunakan mengalami kekeringan sehingga infrastruktur yang sudah dipasang belum dapat beroperasi hingga saat ini.

Data statistik yang disajikan oleh Badan Pusat Statistik tahun 2022, dikemukakan bahwa jumlah pelanggan tahun 2021 mengalami kenaikan dibanding tahun 2020. Pada tahun 2021 sebesar 8.264, dan jumlah air tersalurkan sebesar 1.231.506 m³ atau dengan debit air rata-rata sebesar 39,05 liter/detik. Sedangkan tahun 2020 sebesar 7.856 pelanggan dengan jumlah air yang disalurkan sebanyak 1.174.570 m³ atau debit air rata-rata sebesar 37,24 liter/detik. Demikian halnya pada wilayah Kecamatan Mengkendek, hasil wawancara singkat dengan petugas PDAM bahwa jumlah pelanggan yang ada saat ini barulah kurang lebih dari 450 pelanggan, terdiri dari pelanggan domestik dan non domestik. Angka tersebut ekuivalen dengan 2.250 penduduk dari 37.092 yang sudah mendapatkan layanan air bersih dari pemerintah atau sebanyak 6,07%. Hal tersebut berarti bahwa masih ada 93,93% atau sebagian besar penduduk di Kecamatan Mengkendek belum mendapatkan layanan air bersih dari pemerintah. Dengan demikian dapat diketahui masyarakat menggunakan sumber air non-PDAM sebagai sumber air utama untuk memenuhi kebutuhan penyediaan air bersih.

Layanan air bersih suatu wilayah yang belum mampu memenuhi seluruh populasi penduduk dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah lonjakan jumlah pelanggan seiring pertumbuhan populasi penduduk yang begitu pesat, dan juga ketersediaan air bersih yang tidak direncanakan dengan baik untuk pemenuhan air bersih dalam masa yang akan datang. Kabupaten Tana Toraja sebagai daerah destinasi wisata, secara langsung dituntut melakukan pengembangan infrastruktur air. Untuk mendapatkan proyeksi pertumbuhan populasi penduduk dibutuhkan analisis ilmiah sebagai alat ukur untuk mengetahui pendekatan jumlah penduduk di masa yang akan datang. Hal ini sangatlah penting, karena daya dukung lingkungan suatu wilayah sangat dipengaruhi oleh pertambahan jumlah penduduk dengan segala aktivitasnya yang menyebabkan kebutuhan akan lahan dan air meningkat (Afni, 2016). Fenomena yang terjadi saat ini bahwa persediaan air bersih di Kabupaten Tana Toraja khususnya di Kecamatan

Mengkendek masih belum mampu memberikan pasokan air yang cukup bagi seluruh penduduk.

Penelitian sebelumnya berdasarkan studi literatur sudah banyak yang membahas tentang analisa kebutuhan air suatu wilayah perkotaan di Indonesia. Penelitian yang dilakukan Fatimah (2020) di Kecamatan Makale yang merupakan ibukota dari Kabupaten Tana Toraja, menunjukkan bahwa terjadi penggunaan air yang berlebihan. Namun, Kecamatan Makale masih memiliki potensi untuk memanfaatkan sumber daya air secara terbatas dan terkendali, sehingga mampu menanggulangi konsumsi air yang berlebihan. Selain itu, penelitian tentang pengembangan sistem penyediaan air bersih sudah dilakukan di beberapa daerah. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan oleh Roostrianawaty (2021), di Kecamatan Bangil Kabupaten Pasuruan. Dalam penelitian tersebut pengembangan sistem penyediaan air bersih dilakukan dengan mengganti dan menambah kapasitas pompa intake serta pemanfaatan sumber air potensial untuk meningkatkan kapasitas produksi dan distribusi air bersih. Kaunang (2015), di Desa Maliambao Kecamatan Likupang Barat Kabupaten Minahasa Utara menyusun perencanaan pengembangan dengan membuat sistem jaringan yang baru.

Berdasarkan permasalahan yang ada dan uraian diatas, penulis akan menyusun sebuah tesis dengan judul Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih di Kecamatan Mengkendek Kabupaten Tana Toraja. Penelitian ini diharapkan dapat memperoleh informasi mengenai cakupan pelayanan, kebutuhan air maksimum dalam neraca air, serta strategi pengembangan sistem penyediaan air bersih yang dapat dilakukan oleh PDAM sehingga diharapkan dapat menjawab persoalan yang ada. Penelitian dimulai dengan melakukan proyeksi penduduk dan pelanggan, evaluasi kondisi eksisting Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM), dan rekomendasi pengembangan sistem penyediaan air bersih. Hasil penelitian diharapkan memberikan gambaran atau kondisi nyata yang akan dihadapi sehingga rekomendasi yang diberikan kepada pengambil kebijakan dalam perencanaan penyediaan air bersih dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

1.2. Kajian Teori

Beberapa teori yang digunakan sebagai rujukan dalam tulisan ini, diuraikan sebagai berikut:

a. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah suatu siklus atau sirkulasi air dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi yang berlangsung secara terus-menerus. Ketersediaan air di daratan bumi akan terus terjaga karena adanya hujan. Hujan dapat terjadi karena adanya mekanisme alam yang berlangsung secara siklus dan terus-menerus [1]. Siklus hidrologi disajikan dalam gambar sebagai berikut:



Sumber: https://id.wikipedia.org/wiki/Siklus_air

Gambar 1. Siklus Hidrologi

b. Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih merupakan volume air yang diperlukan untuk keperluan rumah tangga, industri, perkantoran kota serta lain-lain. Kebutuhan air merupakan jumlah air yang diperlukan secara wajar untuk keperluan pokok manusia dan kegiatan-kegiatan lainnya yang memerlukan air. Semakin tingginya kebutuhan air yang tidak diimbangi dengan pertambahan sumber air, seringkali masyarakat mengeluhkan air dengan debit yang kecil atau bahkan tidak mengalir sama sekali [2]. Kebutuhan air menentukan besaran sistem dan ditetapkan berdasarkan pemakaian air. Standar kebutuhan air bersih ada 2 (dua) macam yaitu [3] :

1) Standar Penyediaan Air Domestik

Standar Penyediaan Air domestik ditentukan oleh jumlah konsumen domestik yang dapat diketahui dari data penduduk yang ada. Standar penyediaan kebutuhan domestik ini meliputi minum, mandi, masak, dan lain-lain. Kecenderungan meningkatnya kebutuhan dasar air ditentukan oleh kebiasaan pola hidup masyarakat setempat dan didukung oleh kondisi sosial ekonomi. Dengan demikian untuk dapat mengetahui kebutuhan air pada masa yang akan datang, antara lain kita perlu mengetahui jumlah penduduk pada masa yang akan datang. Dengan adanya data tersebut, maka kita dapat

menghitung/memperkirakan jumlah penduduk pada masa yang akan datang. Tabel berikut menyajikan standar kebutuhan air domestik menurut peraturan Departemen Cipta Karya:

Tabel 1. Standar Kebutuhan Air Domestik

| Uraian | Kategori berdasarkan Jumlah Peduduk (Jiwa) | | | | |
|---|--|------------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------|
| | >1.000.000 | 500.000 s.d. 1.000.000 | 100.000 s.d. 500.000 | 20.000 s.d. 100.000 | <20.000 |
| | Kota Metropolitan | Kota Besars | Kota Sedang | Kota Kecil | Desa |
| Konsumsi Unit Sambungan rumah (SR) (liter/orang/hari) | >150 | 150-120 | 90-120 | 80-120 | 60-80 |
| Konsumsi Unit Hidran (HU) (liter/orang/hari) | 20-40 | 20-40 | 20-40 | 20-40 | 20-40 |
| Konsumsi Unit Non Domestik ((liter/orang/hari): | | | | | |
| a. Niaga Kecil | 600-900 1000-5000 | 600-900 1000-5000 | | 600 1500 | |
| b. Niaga Besar | 0,2-0,8 | 0,2-0,8 | | 0,2-0,8 | |
| c. Industri Besar | 0,1-0,3 | 0,1-0,3 | | 0,1-0,3 | |
| d. Pariwisata | | | | | |
| Kehilangan Air (%) | 20-30 | 20-30 | 20-30 | 20-30 | 20-30 |
| Faktor Hari Maksimum | 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 |
| Faktor Jam Puncak | 1,75-2,0 * hari maks | 1,75-2,0 * hari maks | 1,75-2,0 * hari maks | 1,75 * hari maks | 1,75 * hari maks |
| Jumlah Jiwa per SR | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Jumlah Jiwa per HU | 100 | 100 | 100 | 100-200 | 200 |
| Sisa tekan di penyediaan distribusi (meter) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Jam Operasi | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| Volume Reservoir (% Max Day Demand) | 15-25 | 15-25 | 15-25 | 15-25 | 15-25 |
| SR : HU | 50 : 50 s/d 80 : 20 | 50 : 50 s/d 80 : 20 | 80 : 20 | 70 : 30 | 70 : 30 |
| Cakupan Layanan (%) | 90 | 90 | 90 | 90 | 70 |

Sumber: Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya PU, 1996

2) Standar Penyediaan Air Non Domestik

Standar penyediaan air non domestik ditentukan oleh banyaknya konsumen non domestik yang meliputi fasilitas seperti perkantoran, kesehatan, industri, komersial, umum, dan lainnya. Konsumsi non domestik terbagi menjadi beberapa kategori yaitu:

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

Sarana air bersih menjadi salah satu kebutuhan yang didapat melalui berbagai sumber tergantung pada kondisi setempat. Ketersediaan air berdasarkan sumber air tersebut merupakan salah satu modal pembangunan, sehingga perlu tindakan bijak agar ketersediaan menurut kualitas dan kuantitasnya terjangkau [2]. Selain itu penyediaan air yang baik harus mampu melayani kebutuhan air yang memadai serta mendapat respon serta dukungan yang positif dari masyarakat. Kebutuhan air untuk keperluan sehari-hari setiap daerah berbeda-beda tergantung tingkat penggunaan dan banyaknya penduduk yang tinggal di daerah tersebut. Tana Toraja adalah salah satu kabupaten dengan pertumbuhan penduduk yang cukup signifikan seiring dengan berkembangnya daerah ini, yang tentunya juga berdampak terhadap meningkatnya kebutuhan atas air bersih setiap tahunnya. Daerah Kabupaten Tana Toraja sebagai salah satu kawasan destinasi wisata, dapat menjadi pemicu pesatnya pertumbuhan populasi penduduk. Pertumbuhan penduduk yang cukup signifikan dikarenakan banyaknya pendatang baru. Hal tersebut mewajibkan pemenuhan ketersediaan air bersih. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih ada kecenderungan masyarakat menggunakan sumber air tanah. Air tanah diperoleh melalui sumur bor dengan kedalaman tertentu. Oleh karena itu, diperlukan mitigasi sejak dini untuk mencegah dampak lingkungan yang lebih besar dimasa yang akan datang.

c. Neraca Air

Neraca air atau *water balance* adalah neraca masukan atau keluaran air di suatu tempat atau wilayah pada periode tertentu, sehingga dapat diketahui jumlah air tersebut kelebihan (surplus) ataupun kekurangan (defisit). Kegunaan mengetahui kondisi air pada surplus dan defisit dapat mengantisipasi bencana yang kemungkinan terjadi, serta dapat pula mendayagunakan air sebaik-baiknya [4]. Dalam perhitungan neraca air jika ketersediaan mencukupi kebutuhan maka neraca air surplus dan jika ketersediaan tidak mencukupi kebutuhan maka neraca air defisit. Neraca air dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Neraca air} = \text{Debit Ketersediaan Air} - \text{Debit Kebutuhan Air} \dots\dots\dots (1.1)$$

Triatmodjo (2010) menjelaskan neraca air dapat menggambarkan bahwa di dalam suatu sistem hidrologi (DAS, waduk, danau, aliran

permukaan) dapat dievaluasi air yang masuk dan yang keluar dari sistem tersebut dalam suatu periode waktu tertentu. Dalam hal ini, neraca air meliputi kondisi ketersediaan air dan kebutuhan atau kehilangan air pada suatu sistem hidrologi. Menurut Sutjahyo (2009), Neraca Air adalah alat untuk melakukan audit air pada sistem penyediaan air minum (SPAM). Berdasarkan terminologi *International Water Standard* (IWA) audit air adalah suatu pemeriksaan terhadap kinerja atau laporan keuangan untuk mengetahui akurasi. Audit air secara khusus melacak aliran air dari tempat pengambilan atau pengolahannya, melalui sistem distribusi air, dan hingga ke saluran penyediaan air konsumen. Audit air biasanya ada dalam bentuk *worksheet* atau *spreadsheet* yang menjabarkan berbagai jenis konsumsi dan kehilangan yang ada dalam sistem penyediaan air masyarakat [5]. Audit air adalah suatu metode yang diberlakukan untuk mengetahui kualitas kinerja PDAM dengan menggunakan neraca air, yang tujuannya memahami seberapa besar air yang memasuki sistem, memahami penggunaan air, dan air yang hilang, memahami seberapa handal/sahih data-data yang ada untuk perhitungan keuangan/ bisnis. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap neraca air seperti curah hujan, suhu udara, topografi dan faktor penggunaan lahan. Faktor-faktor tersebut akan mempengaruhi nilai surplus, defisit, dan air limpasan permukaan yang akan mempengaruhi ketersediaan air yang ada disuatu daerah.

Dalam hal ini neraca air dapat memberikan kesimpulan dari hasil pengurangan ketersediaan air dengan kebutuhan air. Kelebihan air akan terjadi jika nilai neraca air memberikan hasil positif tetapi jika nilai neraca air memberikan hasil negatif maka hal ini akan mengakibatkan kekeringan atau kekritisian air (Asdak, 1995).

d. Sumber Air Bersih

Sumber Air merupakan salah satu komponen utama yang ada pada suatu sistem penyediaan air bersih, karena tanpa sumber air maka suatu sistem penyediaan air bersih tidak akan berfungsi. Dalam memilih sumber air baku air bersih, maka harus diperhatikan persyaratan utama yang meliputi kualitas, kuantitas, kontinuitas dan biaya yang muarah dari proses pengambilan sampai proses pengolahan. Sumber air yang

terjaga dan dalam kondisi baik, tentunya akan menghasilkan air bersih dalam kondisi yang baik. Sumber-sumber air meliputi Air laut, Air atmosfer atau air meteorologi, Air Permukaan (air sungai, air rawa atau danau) dan Air Tanah (air tanah dangkal, air tanah dalam, dan mata air) [6].

e. Pengembangan Sistem Kebutuhan Air Bersih

Pengembangan sistem kebutuhan air bersih merupakan upaya yang dilakukan terkait ketersediaan sarana dan prasarana yang memadai untuk memenuhi kuantitas, kualitas, dan kontinuitas air bersih. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum, pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, terdiri dari:

- 1) Pembangunan baru, dilakukan berdasarkan adanya kebutuhan pengembangan pembangunan yang meliputi belum tersedia kapasitas, kapasitas terpasang sudah dimanfaatkan secara optimal, dan kapasitas yang ada belum mencukupi kebutuhan.
- 2) Peningkatan, dilakukan melalui modifikasi unit komponen sarana dan prasarana terbangun untuk meningkatkan kapasitas.
- 3) Perluasan, dilakukan pada unit distribusi berdasarkan adanya kebutuhan perluasan cakupan pelayanan air kepada masyarakat.

Berdasarkan studi kasus penulis melalui literatur, pada beberapa wilayah pengembangan sistem penyediaan air bersih telah dilakukan. Pada kawasan Cipanas Garut yang merupakan kawasan wisata permandian air panas, dilakukan pengembangan sistem penyediaan air minum melalui pembangunan baru. Hal tersebut dilakukan untuk mengurangi dampak eksploitasi besar-besaran terhadap air tanah dengan sumur bor oleh hotel dan pemukiman [7]. Pembangunan SPAM dilakukan bersumber dari air permukaan dan direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air domestik, kebutuhan air non-domestik hotel dan kebutuhan air non- domestik irigasi. Pengembangan dapat dilakukan akibat kondisi geografis suatu wilayah. Kondisi geografi memungkinkan munculnya perencanaan dan pengembangan sistem air bersih terpadu dan mandiri untuk suplai seluruh perumahan sehingga pemenuhan air bersih dapat dipenuhi. Pada Kecamatan Kemiling Kota Bandar Lampung, pemenuhan air bersih dari PDAM pada warga

disekitar perumahan tidak dapat dirasakan. Hal tersebut karena lokasi di daerah berada pada ketinggian yang tidak mampu dijangkau oleh sumber air yang ada [8]. Pengembangan melalui peningkatan dilakukan dengan melakukan modifikasi terhadap sarana air bersih berupa penambahan pompa transmisi. Demikian halnya pada Kecamatan Batang Kapas yang merupakan daerah berkembang di Kabupaten Pesisir Selatan. Pembangunan SPAM dilakukan meliputi intake, pipa transmisi, WTP, reservoar distribusi, dan perpipaan distribusi [9].

Pengembangan SPAM melalui perluasan jaringan dapat dilakukan seiring dengan jumlah penduduk yang semakin bertambah. Perluasan jaringan sistem pengolahan air minum menjadi masalah yang perlu segera dilakukan karena kebutuhan air bersih terus meningkat [10]. Studi tersebut dilakukan di Desa Sambigede Kecamatan Binangun yang berada di tenggara Kota Kabupaten Blitar dengan jarak sekitar 46 Km. Pengembangan dilakukan melalui perluasan jaringan SPAM dengan tujuan meningkatkan layanan kebutuhan air bersih yang dibutuhkan warga desa Sambigede, merencanakan jaringan perpipaan baru dan menghitung rencana anggaran biaya pembangunan yang diperlukan.

Hasil kajian pustaka menunjukkan bahwa pengembangan SPAM untuk pemenuhan kuantitas, kualitas dan kontinuitas, dapat dilakukan dengan memperhatikan kondisi pertumbuhan populasi penduduk pada suatu daerah, perbaikan kualitas konsumsi air bersih, kondisi geografis suatu wilayah, dan pemenuhan sarana air bersih, seperti perpipaan, dll.

f. Sistem Jaringan Air Bersih

Dalam pengaliran air bersih, terdapat dua sistem pengaliran yang pemilihan jenisnya disesuaikan dengan kondisi topografi di lapangan. Sistem gravitasi digunakan apabila elevasi sumber air baku atau instalasi pengolahan secara topografi berada jauh di atas elevasi daerah pelayanan. Sedangkan sistem pompa digunakan apabila beda elevasi antara sumber air atau instalasi pengolahan dengan daerah pelayanan tidak dapat memberikan tekanan air yang cukup. Untuk mengalirkan air dari sumber air ke reservior untuk selanjutnya ke sambungan rumah atau konsumen dikenal dengan istilah transmisi dan distribusi . Secara umum digambarkan sebagai berikut:



Sumber: <https://dpu.kulonprogokab.go.id/detil/902/sistem-jaringan-pipa-transmisi-dan-distribusi-air>

Gambar 2. Transmisi dan distribusi

Pipa transmisi berfungsi untuk menyalurkan air dari bak pengumpul menuju reservoir yang dapat dilakukan dengan sistem pompa ataupun gravitasi sesuai kebutuhan di lapangan. Berikut ini kriteria jaringan pipa transmisi dan distribusi :

Tabel 2. Kriteria Pipa Transmisi

| No | Uraian | Notasi | Kriteria |
|----|-----------------------------|--------|--|
| 1 | Debit Perencanaan | Q.max | Kebutuhan air hari maksimum $Q_{max} = F_{max} \times Q_{rata-rata}$ |
| 2 | Faktor hari maksimum | F.max | 1,10-1,5 |
| 3 | Jenis saluran | - | Pipa atau saluran terbuka* |
| 4 | Kecepatan aliran dalam pipa | V.min | 0,3-0,6 m/s |
| | a) kecepatan minimum | | |
| | b) kecepatan maksimum | V.max | 3,0-4,5 m/s |
| | - Pipa PVC | V.max | 6,0 m/s |
| | - Pipa DCIP | | |
| 5 | Tekanan air dalam pipa | | |
| | a) Tekanan minimum | H.min | 1 atm |
| | b) Tekanan maksimum | | |
| | - Pipa PVC | H.max | 6-8 atm |
| | - Pipa DCIP | H.max | 10 atm |
| | - Pipa PE 100 | H.max | 12,4 MPa |
| | - Pipa PE 80 | H.max | 9,0 MPa |

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007

Tabel 3. Kriteria Pipa Distribusi

| No | Uraian | Notasi | Kriteria |
|----|-----------------------------|----------|---|
| 1 | Debit Perencanaan | Q.puncak | Kebutuhan air hari maksimum Q.peak = F.peak x Q.rata-rata |
| 2 | Faktor hari maksimum | F.puncak | 1,5-3 |
| 3 | Kecepatan aliran dalam pipa | | |
| | a) kecepatan minimum | V.min | 0,3-0,6 m/s |
| | b) kecepatan maksimum | | |
| | - Pipa PVC atau ACP | V.max | 3,0-4,5 m/s |
| | - Pipa baja atau DCIP | V.max | 6,0 m/s |
| 4 | Tekanan air dalam pipa | | |
| | a) Tekanan minimum | H.min | (0,5-1,0) atm, pada titik jangkauan pelayanan terjauh |
| | b) Tekanan maksimum | | |
| | - Pipa PVC atau ACP | H.max | 6-8 atm |
| | - Pipa baja atau DCIP | H.max | 10 atm |
| | - Pipa PE 100 | H.max | 12,4 MPa |
| | - Pipa PE 80 | H.max | 9,0 MPa |

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007

Untuk menentukan kecepatan aliran dalam pipa digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = A \times V$$

dimana:

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

sehingga diperoleh:

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad \dots\dots\dots (1.2)$$

Dimana:

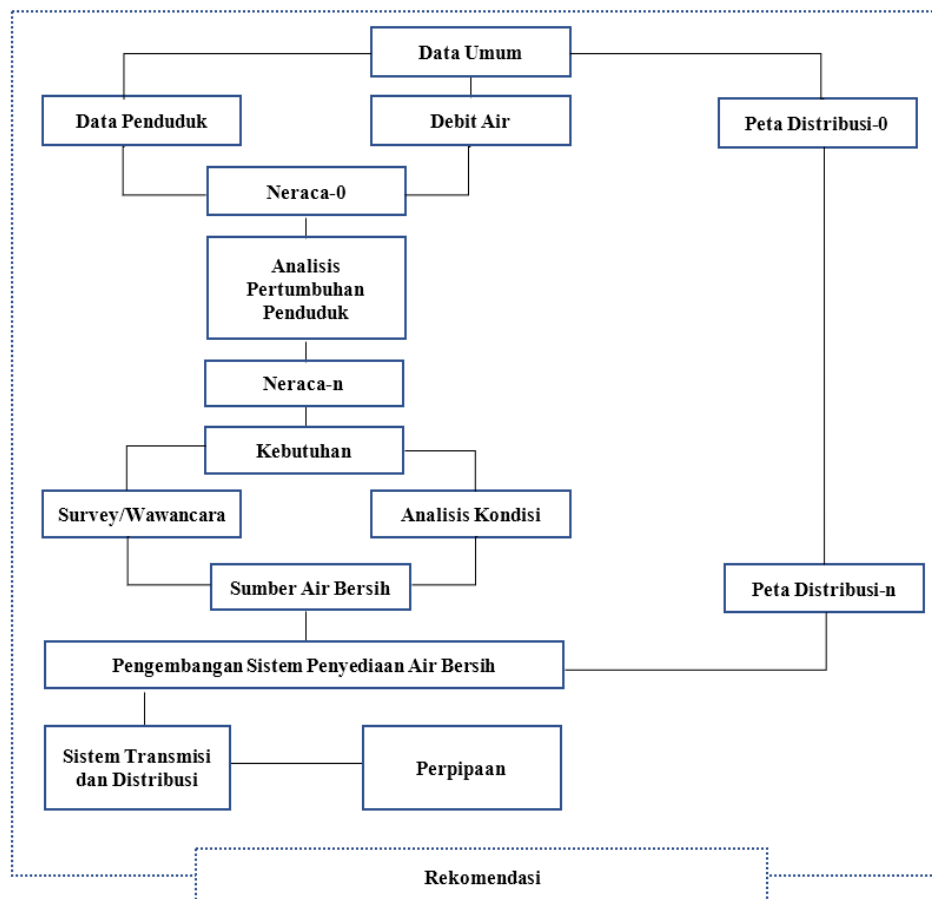
Q = Debit Aliran (m³/s)

V = Kecepatan Aliran (m/s)

D = Diameter Pipa (m)

g. Kerangka Konsep

Kerangka konsep penelitian digambarkan sebagai berikut



Gambar 3. Kerangka Konsep

1.3. Perumusan Masalah

Dengan latar belakang tersebut di atas, maka beberapa permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut:

- Bagaimana kondisi neraca air bersih di Kecamatan Mengkendek saat ini?
- Bagaimana potensi sumber air bersih non PDAM dan non Sumur Bor yang ada di Kecamatan Mengkendek?
- Bagaimana pengembangan sistem penyediaan air di Kecamatan Mengkendek untuk mencukupi kebutuhan masyarakat?

1.4. Tujuan dan Manfaat

a. Tujuan penelitian

- 1) Mengetahui neraca air bersih di Kecamatan Mengkendek selama masa 20 tahun ke depan.
- 2) Memperoleh data sumber air bersih yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan prasarana PDAM.
- 3) Memperoleh kajian ilmiah pengembangan sistem penyediaan air bersih di Kecamatan Mengkendek.

b. Manfaat penelitian

- 1) Secara teoritis, dapat menambah pengetahuan dalam bidang teknik sumber daya air.
- 2) Secara praktis, laju pertumbuhan penduduk diperoleh melalui hasil proyeksi penduduk, sehingga dapat dimanfaatkan dalam perencanaan prasarana lainnya seperti yang relevan. Hasil penelitian ini dapat dipakai sebagai dasar penyediaan air bersih di wilayah PDAM Kabupaten Tana Toraja di masa yang akan datang, khususnya di Kecamatan Mengkendek. Dari hasil penelitian dapat dijadikan dasar PDAM untuk mengambil kebijakan dalam memenuhi kebutuhan air bersih.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1. Rancangan Penelitian

Rancangan atau desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif karena lebih menekankan pada penggunaan angka (numerik). Metode yang digunakan bersifat deskriptif yang merupakan analisa fenomena atau kejadian di masa lampau yang bertujuan untuk proyeksi kondisi pada periode waktu tertentu, sebagai dasar perencanaan untuk masa mendatang. Data fenomena atau kejadian di masa lampau yang digunakan dalam penelitian ini adalah pola pertumbuhan jumlah penduduk di Kabupaten Tana Toraja. Data kemudian diolah dengan beberapa jenis model matematika relevan. Dari hasil pengujian data dengan model matematika akan diperoleh rumusan matematika yang paling mendekati dengan kondisi sebenarnya. Hasil pengolahan data tersebut, selanjutnya digunakan untuk mengukur neraca air saat ini dan 20 (dua puluh) tahun yang akan datang.

Untuk memperoleh gambaran tentang ketersediaan air bersih dan penyediaan air minum di Kabupaten Tana Toraja, dilakukan deskriptif kondisi terkini ketersediaan air bersih pada wilayah yang menjadi lokasi penelitian. Pada lokasi penelitian diharapkan data terupdate ketersediaan debit air akan diperoleh. Selanjutnya untuk potensi daerah aliran sungai (DAS) serta sumber air bersih dapat diperoleh melalui wawancara dan pengamatan langsung peneliti serta studi literatur yang tersedia. Data kemudian dianalisa melalui uji statistik dan uji laboratorium untuk mengetahui kualitas air dari sumber air bersih yang tersedia. Pengembangan selanjutnya dilakukan simulasi dengan bantuan software EPANET 2.0.

2.2. Lokasi dan Waktu

Lokasi penelitian terletak di Kecamatan Mengkendek, Kabupaten Tana Toraja. Objek penelitian dipilih di kecamatan Mengkendek dengan beberapa pertimbangan diantaranya adalah PDAM baru beroperasi pada pertengahan tahun 2022, kondisi geografis pegunungan dengan luas wilayah terbesar di Kabupaten Tana Toraja. Selain itu, pada wilayah ini, terdapat pembangunan infrastruktur yang terus meningkat dari tahun ke tahun apabila dibandingkan dengan kecamatan lain di Kabupaten Tana