

**ANALISA KINERJA JARINGAN SISTEM DISTRIBUSI AIR
BERSIH DI KABUPATEN ENDE**

*WATER DISTRIBUTION SYSTEM PERFORMANCE
ANALYSIS IN ENDE REGENCY*

ARNOLD PARANOAN

P2304215001



PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2018

ANALISA KINERJA JARINGAN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DI KABUPATEN ENDE

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Teknik Sipil

Disusun dan diajukan oleh

ARNOLD PARANOAN

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2018**

TESIS

ANALISA KINERJA JARINGAN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DI KABUPATEN ENDE

Disusun dan diajukan oleh

ARNOLD PARANOAN
Nomor Pokok P2304215001

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
pada tanggal 06 Agustus 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasihat,

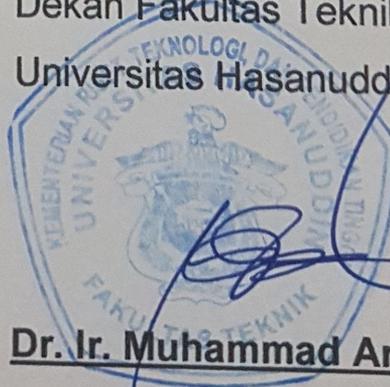
Prof. Dr. Ir. Mary Selintung, M.Sc
Ketua

Dr. Eng. Ir. Hj. Rita Tahir Lopa, MT
Anggota

Ketua Program Studi
Teknik Sipil,

Dr. Eng. Ir. Farouk Maricar, MT

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin,



Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, MT

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Arnold Paranoan
Nomor Pokok : P2304215001
Program Studi : Teknik Sipil Konsentrasi Perancangan
Teknik Prasarana

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 06 Agustus 2018
Yang menyatakan:

Arnold Paranoan

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan limpahan rahmat dan karuniaNya karya ilmiah berupa tesis dengan judul ***“Analisa Kinerja Jaringan Sistem Distribusi Air bersih Di Kabupaten Ende”*** ini dapat tersusun, dan terselesaikan dengan baik serta dapat dipresentasikan pada seminar hasil. Adapun tesis ini dibuat dengan tujuan untuk memenuhi syarat kelulusan Program Studi Teknik Sipil Konsentrasi Perancangan Teknik Prasarana, Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin.

Pada kesempatan ini penulis menghaturkan banyak terima kasih kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Mary Selintung, M.Sc., selaku ketua komisi penasehat dan Ibu Dr. Eng. Ir. Hj. Rita Tahir Lopa, MT., selaku anggota komisi penasehat atas bantuan dan bimbingannya, baik saat pelaksanaan penelitian sampai dengan penulisan tesis ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Dr. Eng. Ir. Farouk Maricar, MT., Dr. Ir. M. Arsyad Thaha, MT., Dr. Eng. Bambang Bakri, ST, MT., selaku dosen penguji yang juga banyak membantu kelengkapan dan kesempurnaan tesis ini, dan juga kepada Bapak Soedarsono, B.Sc, S.K.M, M.KESLING dan staff karyawan PDAM Kabupaten Ende serta kepada semua rekan-rekan di Pasca Sarjana yang telah membantu dan mendukung penulisan tesis ini

Banyak kendala dan hambatan yang dihadapi penulis dalam penyelesaian tesis ini, namun berkat do'a dan dukungan dari kedua orang tua serta saudara-saudara penulis terutama kepada Adeline Arung Labi yang selalu memberikan motivasi sehingga karya ilmiah berupa tesis ini dapat diselesaikan.

Dalam penyusunan tesis ini, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu saran, kritik dan koreksi yang membangun tetap penulis nantikan dari pembaca demi kesempurnaan tesis ini. Akhir kata, semoga tesis ini dapat memberikan

manfaat bagi mahasiswa teknik sipil pada khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya dan penulis juga mohon maaf atas segala kekurangan yang ada dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Makassar, 06 Agustus 2018

Arnold Paranoan

ABSTRAK

ARNOLD PARANOAN. *Analisa Kinerja Jaringan Sistem Distribusi Air Bersih Di Kabupaten Ende* (dibimbing oleh Mary Selintung dan Rita Tahir Lopa).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem pelayanan air bersih yang ada saat ini, menganalisa faktor-faktor yang mempengaruhi sistem distribusi air bersih, menganalisa persepsi masyarakat terhadap pelayanan air bersih.

Penelitian ini dilaksanakan pada daerah jaringan distribusi air yang bersumber dari mata air Wolowona. Analisis kinerja jaringan distribusi dilakukan berdasarkan hasil kuesioner, analisa menggunakan Epanet 2.0, analisa perbandingan dengan SNI 7509:2011, dan analisa capaian pelayanan air bersih sesuai dengan *Millennium Development Goals*.

Berdasarkan hasil kuesioner, distribusi air bersih ke pelanggan belum sesuai dengan Peraturan Pemerintah No.122 Tahun 2015 tentang kontinuitas selama 24 jam. Analisa dengan menggunakan Epanet 2.0 menunjukkan bahwa node 58 memiliki tekanan terendah pada saat jam puncak. Perbandingan dengan SNI 7509:2011 menunjukkan bahwa panjang pipa dan diameter pipa pada kondisi eksisting menggunakan pipa sesuai standar. Sementara aspek tekanan minimum pada pipa distribusi menunjukkan terdapat beberapa titik yang belum sesuai dengan standar tekanan minimum.

Kata kunci : Sistem, jaringan distribusi, kontinuitas, tekanan



ABSTRACT

ARNOLD PARANOAN, *Water Distribution System Performance Analysis In Ende Regency* (supervised by **Mary Selintung** and **Rita Tahir Lopa**).

This study aimed to: (1) evaluate the performance of the current system of water service;(2) analyzes the factors that influence clean water distribution system; (3) community perception on clean water services.

The research was conducted in the area of water distribution network that used Wolowona springs as the water source. The performance analysis of the distribution network was conducted based on the results of questionnaire. The analysis used Epanet 2.0 and comparative analysis with SNI 7509: 2011. Outcomes analysis of clean water services was based on Millennium Development Goals.

Based on the results of the questionnaire, distribution clean water to customers is not suitable with Government Regulation Number 122 of 2015 concerning continuity for 24 hours. The analysis with Epanet 2.0 shows that node 58 has the lowest pressure at the peak hours. Comparison with SNI 7509: 2011 reveals that the existing pipe length and diameter are suitable according to the standard. However, in terms of the minimum pressure in the distribution pipe, it is found some point do not meet the standard of minimum pressure.

Keyword: System, distribution network, continuity, pressure



DAFTAR ISI

	halaman
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Maksud dan Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Batasan Masalah	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Infrastruktur Perkotaan	6
B. Definisi dan Persyaratan Air Bersih	8
1. Definisi Air Bersih	8
2. Persyaratan Kualitas Dalam Penyediaan Air Bersih	9
3. Persyaratan Kuantitas Air Bersih	13
4. Persyaratan Kontinuitas Air Bersih	14
5. Persyaratan Tekanan Air	14
C. Sistem Distribusi dan Sistem Pengaliran Air Bersih	15
1. Sistem Distribusi Air Bersih	15
2. Sistem Pengaliran Air Bersih	17
D. Konsep Indikator Kinerja Jaringan dan Tingkat Kepuasan Pelanggan	18
E. Tolak Ukur Penilaian Kinerja Dalam Penyediaan Air Bersih	20
F. Tolak Ukur Kepuasan Dalam Penyediaan Air Bersih	22
G. Analisis Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih	22
H. Aplikasi Epanet 2.0 Dalam Analisa Jaringan Distribusi Air Bersih	24
1. Umum	24
2. Kegunaan Epanet 2.0 Dalam Analisa Jaringan Distribusi Air Bersih	25
3. Input Data Dalam Epanet 2.0	27
I. Dimensi Kualitas Jasa Pelayanan PDAM	27
J. Konsep Kepuasan Pengguna Jasa/Pelanggan	29
K. Pengukuran Kualitas Jasa Pelayanan Dalam Penyediaan Air Bersih	30
 BAB III METODE PENELITIAN	
A. Lokasi Penelitian	32

B. Kerangka Pemikiran	33
C. Waktu Penelitian	34
D. Jenis Penelitian	34
E. Pendekatan Studi	34
F. Kebutuhan Data	35
G. Teknik Pengumpulan Data	36
1. Survei Primer	37
2. Survei Sekunder	37
H. Sampling Penelitian	37
1. Teknik Sampling	37
2. Jumlah Sampel	38
I. Teknik Pengolahan dan Penyajian Data	39
J. Prosedur Penelitian	40
K. Metode Penelitian	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Keadaan Umum Responden	43
1. Jenis Kelamin Responden	43
2. Pekerjaan Responden	44
3. Jumlah Penghuni Rumah	44
4. Penggunaan Air Bersih	45
5. Penggunaan Pompa	46
6. Alternatif Pengganti PDAM	46
7. Kualitas Bau Air	47
8. Kualitas Rasa Air	48
9. Kejernihan Air	48
10. Jadwal Pengaliran Air	49
11. Lama Waktu pengaliran	50
12. Distribusi Air	50
13. Biaya Pengeluaran	51
14. Respon Biaya Pengeluaran	52
B. Analisa <i>Suply</i> dan <i>Demand</i>	53
1. Perkiraan Jumlah Penduduk Pada Tahun 2026 yang Akan Datang	54
2. Metode Aritmatika	54
3. Metode Geometri	55
4. Metode Least Square	55
5. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Seluruh Masyarakat	56
6. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Pendidikan	57
7. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Peribadatan	58
8. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Kesehatan	58
9. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk	

Fasilitas Perkantoran	59
10. Perhitungan Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Menurut Jumlah Pelanggan	60
11. Analisa Kehilangan Air	61
12. Analisa Kebutuhan Air Total	61
13. Kebutuhan Air Bersih Sampai Tahun 2026	62
C. Capaian Pelayanan Menurut MDGs	63
D. Analisa Epanet 2.0 Terhadap Jaringan Eksisting	64
1. Analisa Simulasi Aliran	64
2. <i>Pressure</i> Pada Jaringan	66
E. Analisis Jaringan Terhadap SNI 7509-2011	68
 BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	76
B. Saran	77
 DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

tabel	halaman
1. Konsumsi air berdasarkan kategori kota	13
2. Kebutuhan jenis data	36
3. Jenis kelamin responden	43
4. Pekerjaan responden	44
5. Jumlah penghuni rumah	44
6. Penggunaan air bersih	45
7. Penggunaan pompa	46
8. Alternatif pengganti PDAM	47
9. Kualitas bau air	47
10. Kualitas rasa air	48
11. Kejernihan air	49
12. Jadwal pengaliran air	49
13. Lama waktu pengaliran air	50
14. Distribusi air	51
15. Biaya pengeluaran	51
16. Respon biaya pengeluaran	52
17. Konsumsi air berdasarkan jenis gedung	53
18. Jumlah penduduk Kabupaten Ende tahun 2009-2017	54
19. Penentuan data regresi	56
20. Perkiraan jumlah kebutuhan air sarana pendidikan	57
21. Perkiraan jumlah kebutuhan air fasilitas peribadatan	58
22. Perkiraan kebutuhan air untuk fasilitas kesehatan	59
23. Perkiraan jumlah pelanggan PDAM sampai tahun 2026	60
24. Perkiraan kehilangan air pada tahun 2026	61
25. Kehilangan air menurut pelanggan PDAM tahun 2026	61
26. Kebutuhan air masyarakat Kabupaten Ende tahun 2016-2026	62
27. Kebutuhan air total menurut pelanggan PDAM	62
28. Rekapitulasi pelayanan pelanggan	63
29. Data penggunaan pipa	68
30. Hasil analisis tekanan pada Epanet 2.0	71

DAFTAR GAMBAR

gambar	halaman
1. Pola cara gabungan	18
2. Peta lokasi penelitian	32
3. Skema kerangka pikir	34
4. Diagram alir penelitian	42
5. Persentase jenis kelamin responden	43
6. Pekerjaan responden	44
7. Jumlah penghuni	45
8. Penggunaan air bersih	45
9. Penggunaan pompa	46
10. Alternatif pengganti PDAM	47
11. Kualitas bau air	47
12. Kualitas rasa air	48
13. Kejernihan air	49
14. Jadwal pengaliran air	49
15. Lama waktu pengaliran air	50
16. Distribusi air	51
17. Biaya pengeluaran	51
18. Respon biaya pengeluaran	52
19. Grafik capaian MDGs	64
20. Kondisi aliran pada jam puncak	65
21. Simulasi aliran pada jam puncak	66
22. Grafik tekanan pada <i>node</i> 58	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Kuesioner
Lampiran B	Tekanan pada saat jam puncak
Lampiran C	<i>Flow</i> pada saat jam puncak

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan yang sangat vital bagi masyarakat, untuk memenuhi kebutuhan air minum, mandi, memasak, mencuci dan termasuk keperluan industri. Keberadaan air bersih di suatu daerah menjadi sangat penting mengingat aktivitas masyarakat yang sangat dinamis. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih tersebut penduduk suatu daerah dapat mengandalkan air dari sumber air langsung seperti air permukaan dan hujan karena kedua sumber air tersebut mudah dijangkau meskipun sebagian besar telah tercemar baik langsung maupun tidak langsung dari aktivitas manusia itu sendiri.

Suatu sistem penyediaan air bersih harus direncanakan dan dibangun sedemikian rupa agar dalam pembangunannya dapat memenuhi tujuan antara lain, tersedianya air dalam jumlah yang cukup dengan kualitas yang memenuhi persyaratan air minum. Selain itu tujuan pembangunan sistem penyediaan air bersih adalah adanya ketersediaan air sepanjang waktu atau secara berkesinambungan dan tersedianya air dengan harga yang dapat terjangkau oleh masyarakat untuk kelangsungan hidup (Departemen Pekerjaan Umum;1998). Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 122 tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum yang ditetapkan untuk memenuhi tanggung jawab negara dalam menjamin pemenuhan hak rakyat atas air minum dan akses terhadap air minum menjelaskan bahwa yang dimaksud air minum adalah air rumah tangga yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

Peran dan fungsi air minum benar-benar sangat vital bagi hidup dan kehidupan manusia. Penyediaan air minum yang memadai bagi

penduduk baik di perkotaan maupun di pedesaan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari upaya pemerintah untuk memenuhi salah satu kebutuhan dasar manusia. Melekat dan mendasarnya kebutuhan air itu semakin meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, modernnya kehidupan dan tingkat kemajuan ekonomi masyarakat itu sendiri. Semakin tinggi taraf kehidupan semakin tinggi pula kebutuhan manusia akan air (Suriawiria, 1996).

Penyediaan infrastruktur air bersih di suatu kota, merupakan salah satu tanggung jawab pemerintah yang sangat penting dalam rangka menjamin ketersediaan air bersih bagi penduduk suatu kota. Dalam kaitan tersebut, maka pemerintah Kabupaten/Kota melalui Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) mengupayakan adanya instalasi pengolahan air, yang dapat menjamin ketersediaan air bersih bagi masyarakat.

Salah satu permasalahan yang telah dan akan timbul dalam pengelolaan sumber daya air bersih adalah kemampuan PDAM sebagai penyedia air bersih pada umumnya masih terbatas, baik jangkauan maupun mutu pelayanannya, sementara dengan diberlakukannya Undang-undang No. 8 tahun 1999 tentang perlindungan konsumen, tuntutan masyarakat sebagai konsumen terhadap mutu dan pelayanan PDAM semakin meningkat.

Pada kawasan perkotaan, kebutuhan akan air bersih membentuk pola tersendiri yang sangat dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk dan karakteristik masyarakat yang ada, menyangkut tingkat ekonomi, topografi dan kebiasaan sosial masyarakat pada khususnya. Sistem penyediaan air bersih yang dikelola PDAM dalam memperoleh air bersih akan menghasilkan kualitas dan kuantitas pelayanan yang berbeda dari suatu kota/kabupaten dengan kota/kabupaten lainnya.

Hal ini juga terjadi pada daerah dari Kabupaten Ende yang terdiri dari 4 kecamatan, yaitu: Kecamatan Ende Selatan, Kecamatan Ende Timur, Kecamatan Ende Tengah dan Kecamatan Ende Utara. Jumlah penduduk Kabupaten Ende berjumlah 280.076. (*sumber: Kecamatan*

dalam angka 2014). Sebagian besar wilayah perkotaan Ende berada didataran rendah yang dikelilingi oleh pegunungan. Elevasi perkotaan Ende adalah 4 mdpl hingga sekitar 90 mdpl. Kondisi hidrologi di Kabupaten Ende terdiri dari air bawah tanah, air permukaan dan sungai di mana kondisi masing-masing sumber air sangat bergantung pada intensitas curah hujan dan tingkat kerusakan hutan. Mata air yang terdapat di Kabupaten Ende antara lain Mata Air Woloare, Mata Air Aepana, Mata Air Aekipa, dan Wolowona.

Dari hasil survey pendahuluan, sistem penyediaan air minum di Kabupaten Ende belum dapat berjalan lancar. Terdapat beberapa permasalahan yang timbul dalam proses penyediaan air selama ini, yaitu:

- a) Sistem distribusi tidak mampu memenuhi kebutuhan air seluruh pelanggan
- b) Debit pengambilan dari sumber air baku tidak maksimal sehingga tidak mampu mencukupi kebutuhan pelanggan

Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai pelayanan PDAM Ende dan bagaimana sebenarnya masyarakat menghadapi persoalan ini perlu dilakukan studi mengenai kinerja pelayanan penyediaan air bersih. Dengan demikian diharapkan akan dapat diketahui gambaran nyata tentang kondisi pelayanan air bersih termasuk berbagai permasalahannya dan cara penyelesaiannya. Disamping itu dapat diketahui gambaran nyata adanya kerawanan air bersih yang timbul pada kawasan yang menjadi objek studi sehingga hal ini akan dapat menjadi bahan evaluasi dan masukan bagi para perencana kota khususnya pihak PDAM dan sebagai bahan pembelajaran masyarakat.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dari penelitian ini, maka lebih lanjut akan dikaji masalah kinerja jaringan, serta tingkat kepuasan masyarakat terhadap sistem distribusi air bersih PDAM dalam memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat, adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja sistem distribusi air bersih PDAM Kabupaten Ende untuk memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap kebutuhan air bersih ?
2. Faktor-faktor apakah yang mempengaruhi sistem distribusi air bersih ?
3. Bagaimana persepsi masyarakat dengan tingkat pelayanan distribusi air bersih yang ada ?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengevaluasi kinerja sistem pelayanan air bersih yang ada saat ini, yang meliputi indikator yaitu kuantitas dan kontinuitas
2. Menganalisa faktor-faktor yang mempengaruhi sistem distribusi air bersih
3. Menganalisa persepsi masyarakat terhadap pelayanan air bersih

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan nilai manfaat yaitu:

1. Sebagai bahan masukan bagi PDAM Kabupaten Ende dalam menentukan kebijakan teknis berkaitan dengan kinerja pelayanan sistem distribusi air bersih dalam upaya memenuhi kebutuhan air bersih bagi masyarakat
2. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat dan acuan bagi penelitian selanjutnya

E. Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan sasaran yang ingin dicapai, maka penelitian ini diberikan masalah sebagai berikut:

1. Analisa kinerja sistem jaringan distribusi air bersih yang meliputi indikator kerja yaitu kontinuitas, kuantitas, kualitas dan biaya
2. Analisa faktor-faktor yang mempengaruhi berjalannya suatu sistem jaringan distribusi air minum, yang meliputi pasokan air di jaringan pipa distribusi air minum yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat, debit aliran, kecepatan aliran, dan kondisi tekanan.
3. Analisa dilakukan dengan pengoperasian program *software* EPANET 2.0 sebagai alat bantu menganalisa faktor-faktor tersebut
4. Analisa tingkat kepuasan pelanggan terhadap pelayanan sistem distribusi air bersih PDAM Kabupaten Ende, yang meliputi kualitas, kuantitas, dan kontinuitas air bersih

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Infrastruktur Perkotaan

Sistem infrastruktur merupakan pendukung utama fungsi sistem sosial dan ekonomi dalam kehidupan masyarakat. Sistem infrastruktur didefinisikan sebagai fasilitas-fasilitas dasar, peralatan-peralatan, instalasi-instalasi yang dibangun dan yang dibutuhkan untuk berfungsinya sistem sosial dan ekonomi masyarakat (Grigg, 2000 dalam Kodoatie).

Secara lebih spesifik oleh American Public Works Association (Stone, 1974 dalam Kodoatie) infrastruktur didefinisikan sebagai fasilitas-fasilitas fisik yang dikembangkan oleh agen-agen publik untuk fungsi pemerintah dalam penyediaan air, tenaga listrik, pembuangan limbah, transportasi dan pelayanan seimbang untuk memfasilitasi tujuan ekonomi dan sosial.

Dari definisi tersebut infrastruktur dapat dibagi dalam 13 kategori (Grigg, 1974 dalam Kodoatie) yang meliputi :

1. Sistem penyediaan air: waduk, penampungan air, transmisi dan distribusi, fasilitas pengelolaan air (*treatment plant*)
2. Sistem pengelolaan air limbah pengumpul, pengelolaan, pembuangan dan daur ulang;
3. Fasilitas pengelolaan limbah (padat);
4. Fasilitas pengendalian banjir, drainase dan irigasi;
5. Fasilitas lintas air dan navigasi;
6. Fasilitas transportasi: jalan rel, bandar udara, termasuk didalamnya adalah tanda-tanda lalu lintas dan fasilitas pengontrol;
7. Sistem transit publik;
8. Sistem kelistrikan: produksi dan distribusi;
9. Fasilitas gas alam;
10. Gedung publik: sekolah, rumah sakit;
11. Fasilitas perumahan publik;
12. Taman kota sebagai daerah resapan, tempat bermain termasuk stadion

13. Komunikasi.

Pengelompokkan tiga belas kategori dapat diperkecil menjadi suatu kelompok grup berdasarkan kategorinya (Griggs, 1998 dalam Kodoatie) yaitu:

- a) Grup transportasi (jalan, jalan raya dan jembatan);
- b) Grup pelayanan transportasi (transit, bandara dan pelabuhan);
- c) Grup komunikasi;
- d) Grup keairan (air, air buangan, sistem keairan termasuk jalan air yaitu sungai, saluran terbuka, pipa);
- e) Grup pengelolaan limbah (sistem pengelolaan limbah padat);
- f) Grup bangunan;
- g) Grup distribusi dan produksi energi.

Perancangan masing masing komponen infrastruktur maupun keseluruhannya harus dilakukan dalam konteks keterpaduan dan menyeluruh. Di Indonesia infrastruktur perkotaan dikembangkan secara terpadu dengan konsep pendekatan pembangunan kota yang dikenal sebagai Program Pembangunan Prasarana Kota Terpadu (P3KT).

Komponen-komponen infrastruktur yang tercakup dalam P3KT dibatasi pada komponen-komponen yang menjadi tanggung jawab Departemen Pekerjaan Umum (Kodoatie, 2003), yaitu :

1. Perencanaan Kota
2. Peremajaan Kota
3. Pembangunan Kota Baru
4. Jalan Kota
5. Air Bersih
6. Drainase
7. Air Limbah
8. Persampahan
9. Pengendalian banjir
10. Perumahan
11. Perbaikan Kampung
12. Perbaikan Prasarana Kawasan Pasar
13. Rumah Sewa

Infrastruktur perkotaan dapat menjadi faktor penentu kebijakan perkembangan lahan suatu kawasan. Sistem jaringan air bersih merupakan salah satu dari infrastruktur perkotaan yang dibuat untuk memenuhi kebutuhan air bersih penduduk suatu kota. Sehingga dapat

dilihat bahwa pemenuhan kebutuhan air bersih memegang peranan penting dalam perkembangan suatu kota. Apabila fasilitas infrastruktur telah terbangun secara benar, dan penyediaan pelayanan umum telah terjamin sesuai dengan rencana yang ditetapkan, maka pola perkembangan masyarakat dapat dikendalikan secara efektif.

B. Definisi dan Persyaratan Air Bersih

1. Definisi Air Bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Adapun persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologi dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping. Standarisasi kualitas air bertujuan untuk memelihara, melindungi dan mempertinggi derajat kesehatan masyarakat, terutama dalam pengelolaan air atau kegiatan usaha mengelola dan mendistribusikan air minum ke masyarakat umum. Standarisasi kualitas air tersebut sebagaimana yang termuat dalam Peraturan menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tanggal 19 April 2010 tentang persyaratan Kualitas Air minum.

2. Persyaratan Kualitas Dalam Penyediaan Air Bersih

Persyaratan kualitas menggambarkan mutu dari air baku dan air bersih. Dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/Menkes/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum dinyatakan bahwa kualitas air bersih adalah sebagai berikut :

a. Persyaratan Fisik

Persyaratan fisik merupakan syarat yang dapat diketahui melalui suatu pengamatan. Peraturan mengenai persyaratan kualitas air minum menyatakan bahwa air yang layak dikonsumsi

dalam kehidupan sehari-hari adalah air yang mempunyai kualitas yang baik sebagai sumber air minum, yang memenuhi secara fisik, tidak berbau, tidak keruh, serta tidak berwarna. Adapun sifat-sifat secara fisik dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor yaitu sebagai berikut:

1. Suhu

Temperatur air akan mempengaruhi penerimaan masyarakat akan air tersebut dan dapat pula mempengaruhi reaksi kimia dalam pengolahannya terutama apabila temperatur sangat tinggi. Temperatur yang diinginkan sesuai dengan standar kualitas air minum adalah $\pm 3^{\circ}$ C suhu udara disekitarnya yang dapat memberikan rasa segar, tetapi iklim setempat atau jenis dari sumber air akan mempengaruhi temperatur air. Temperatur air juga mempengaruhi mikroorganisme dan virus. Temperatur atau suhu diukur dengan menggunakan termometer air.

2. Bau dan Rasa

Bau dan rasa yang terjadi dalam air disebabkan oleh adanya bahan-bahan organik yang membusuk, tipe-tipe tertentu organisme mikroskopik, serta persenyawaan kimia seperti phenol. Bahan-bahan yang menyebabkan bau dan rasa berasal dari berbagai sumber. Intensitas bau dan rasa ini tergantung pada reaksi individu, maka hasil yang diberikan tidak mutlak. Berdasarkan standar kualitas air minum sesuai Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia No. 492/Menkes/PER/IV/2010 menyatakan bahwa air minum tidak berbau dan tidak berasa.

3. Warna

Warna dalam air diakibatkan oleh adanya material yang larut atau koloid dalam suspensi atau mineral. Air yang

mengalir melewati rawa atau tanah mengandung mineral yang dimungkinkan untuk mengambil warna material tersebut. Air untuk keperluan rumah tangga harus jernih. Air yang berwarna berarti mengandung bahan-bahan lain yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Berdasarkan kualitas air minum sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/Menkes/PER/IV/2010, menyatakan bahwa batas maksimum yang diperbolehkan warna air adalah 15 TCU.

4. Kekeruhan

Air yang mengandung material kasat mata dalam larutan disebut keruh. Air dikatakan keruh apabila air tersebut banyak mengandung partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan dalam air meliputi tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik dan mikro-organisme yang tersebar dari partikel-partikel kecil yang tersuspensi. Kekeruhan air merupakan suatu hal yang harus dipertimbangkan dalam penyediaan air bersih bagi umum, mengingat kekeruhan tersebut akan mengurangi segi estetika, menyulitkan dalam upaya penyaringan, dan akan mengurangi efektifitas usaha disinfeksi (Sutrisno,1991).

Tingkat kekeruhan air dapat diketahui dengan melalui pemeriksaan laboratorium dengan alat Turbidimeter. Untuk standar kualitas air minum ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No.492/Menkes/PER/IV/2010 tentang peraturan Kualitas Air Minum.

b. Persyaratan Kimia

Air minum yang baik adalah air yang tidak tercemar secara berlebihan oleh zat-zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Zat-zat kimia tersebut yaitu Air Raksa (Hg), Aluminium (Al), Arsen (As), Barium (Ba), Besi (Fe), Flourida (F), Calsium (Ca), Mangan (Mn), Derajat Keasaman (pH), Cadmium (Cd), dan zat

kimia lainnya. Kandungan zat kimia dalam air minum yang dikonsumsi sehari-hari sebaiknya tidak melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan seperti yang tercantum dalam standar kualitas air yaitu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/Menkes/PER/IV/2010 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum. Penggunaan air yang mengandung zat kimia yang melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan akan berakibat tidak baik bagi kesehatan manusia. Contohnya pH air sebaiknya netral yaitu tidak asam dan tidak basa untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi jaringan perpipaan. pH air yang dianjurkan untuk air minum adalah 6,5-8,5. Air merupakan pelarut yang baik sekali maka jika dibantu dengan pH yang tidak netral dapat melarutkan berbagai elemen kimia yang dilaluinya (Slamet, 2006).

c. Persyaratan Bakteriologi

Sumber-sumber air pada umumnya mengandung bakteri dan berbagai macam organisme hidup. Bakteri adalah organisme hidup yang sangat kecil dimana spesiesnya tidak dapat diidentifikasi sekalipun dengan alat bantu mikroskop. Jumlah dan jenis bakteri berbeda-beda sesuai dengan tempat dan kondisi yang mempengaruhinya. Air yang dikonsumsi untuk keperluan sehari-hari harus bebas dari bakteri *pathogen*. Bakteri golongan Coli (*Coliform* bakteri) merupakan bakteri patogen, bakteri ini merupakan indikator dari pencemaran air (Slamet, 2009).

Bakteri *E.coli* sudah lama diketahui sebagai indikator adanya pencemaran tinja manusia pada minuman ataupun makanan. Alasan bakteri *E.coli* disebut sebagai indikator pencemaran pada tinja adalah (Chandra, 2005):

1. Jumlah organisme cukup banyak dalam usus manusia, sekitar 200-400 miliar organisme ini dikeluarkan melalui tinja setiap harinya. Jarang sekali ditemukan dalam air,

keberadaan bakteri ini dalam air memberi bukti kuat adanya kontaminasi tinja manusia.

2. Organisme ini sangat mudah dideteksi melalui metode kultur (walau hanya dapat 1 kuman dalam 100 cc air) dibanding bakteri *pathogen* lainnya.
3. Organisme ini lebih tahan hidup dibandingkan dengan bakteri usus *pathogen* lainnya.
4. Organisme ini lebih resistensi terhadap proses purifikasi air secara alamiah. Bila *coliform* organisme ini ditemukan didalam sampel air maka dapat disimpulkan bahwa kuman usus *pathogen* yang lain dapat juga ditemukan dalam sampel air tersebut walaupun dalam jumlah yang sedikit.

d. Radioaktifitas

Persyaratan radioaktifitas mensyaratkan bahwa air bersih tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan bahan-bahan yang mengandung radioaktif seperti *gross alpha activity* dan *gross beta activity*. Selain itu juga tidak diperbolehkan melebihi kadar maksimum yang telah ditentukan sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan No.492/Menkes/PER/IV/2010 tahun 2010 tentang persyaratan Kualitas Air minum.

3. Persyaratan Kuantitas Air Bersih

Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih adalah banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kebutuhan daerah dan jumlah penduduk yang dilayani.

Kuantitas air baku juga sangat berperan penting dalam pengembangan kapasitas pelayanan air bersih. Semakin besar kuantitas air baku yang tersedia maka semakin banyak pula air yang dapat diproduksi dan diolah sebagai air bersih.

Pelayanan air bersih PDAM kepada masyarakat harus memenuhi kebutuhan minimal kebutuhan air bersih suatu rumah tangga dengan tingkat konsumsi yang cukup untuk kebutuhan air bersih sehari-hari baik untuk minum, memasak, mandi, mencuci dan sebagainya. Besarnya konsumsi air berdasarkan kategori kota dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1; Konsumsi air berdasarkan kategori kota

Kategori Kota	Jumlah penduduk (orang)	Konsumsi air (lt/org/hari)
Metropolitan	>1.000.000	210
Besar	500.000 – 1.000.000	170
Sedang	100.000 – 500.000	150
Kecil	20.000 – 100.000	90

Sumber : Kimpraswil, 2003

4. Persyaratan Kontinuitas Air Bersih

Air baku untuk air bersih harus dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan. Kontinuitas juga dapat diartikan bahwa air bersih harus tersedia 24 jam per hari, atau setiap saat diperlukan, kebutuhan air tersedia. Akan tetapi kondisi ideal tersebut hampir tidak dapat dipenuhi pada setiap wilayah di Indonesia, sehingga untuk menentukan tingkat kontinuitas pemakaian air dapat dilakukan dengan cara pendekatan aktifitas konsumen terhadap prioritas pemakaian air. Prioritas pemakaian air yaitu selama 12 jam per hari, yaitu pada jam-jam aktifitas kehidupan, yaitu pada pukul 06.00-18.00.

Kontinuitas aliran sangat penting ditinjau dari dua aspek. Pertama adalah kebutuhan konsumen. Sebagian besar konsumen memerlukan air untuk kehidupan dan pekerjaannya, dalam jumlah yang tidak ditentukan. Karena itu, diperlukan pada waktu yang tidak ditentukan. Karena itu, diperlukan reservoir pelayanan dan fasilitas energi yang siap setiap saat.

Setiap jaringan perpipaan disesain untuk membawa suatu kecepatan aliran tertentu. Kecepatan dalam pipa tidak boleh melebihi 0,6-1,2 m/dt. Ukuran pipa harus tidak melebihi dimensi yang diperlukan dan

juga tekanan dalam sistem harus tercukupi. Dengan analisis jaringan pipa distribusi, dapat ditentukan dimensi atau ukuran pipa yang diperlukan dengan tekanan minimum yang diperbolehkan agar kuantitas aliran terpenuhi.

5. Persyaratan Tekanan Air

Konsumen memerlukan sambungan air dengan tekanan yang cukup, dalam arti dapat dilayani dengan jumlah air yang diinginkan setiap saat. Untuk menjaga tekanan akhir pipa di seluruh daerah layanan, pada titik awal distribusi diperlukan tekanan yang lebih tinggi untuk mengatasi kehilangan tekanan karena gesekan, yang tergantung kecepatan aliran, jenis pipa, diameter pipa, dan jarak jalur pipa tersebut.

Dalam pendistribusian air, untuk dapat menjangkau seluruh area pelayanan dan untuk memaksimalkan tingkat pelayanan maka hal wajib untuk diperhatikan adalah sisa tekanan air. Sisa tekanan air tersebut paling rendah adalah 5 mka (meter kolom air) atau 0,5 atm (satu atm = 10 m), dan paling tinggi adalah 22 mka (setara gedung 6 lantai).

Menurut standar dari DPU, air yang dialirkan ke konsumen melalui pipa transmisi dan pipa distribusi, dirancang untuk dapat melayani konsumen hingga, dengan tekanan air minimum sebesar 10 mka atau 1 atm. Angka tekanan ini harus dijaga, idealnya merata pada setiap pipa distribusi. Jika tekanan terlalu tinggi akan menyebabkan pecahnya pipa, serta merusak alat-alat *plumbing* (kloset, *urinoir*, *faucet*, *lavatory*, dll). Tekanan juga dijaga agar tidak terlalu rendah, karena jika tekanan terlalu rendah maka akan menyebabkan terjadinya kontaminasi air selama aliran dalam pipa distribusi.

C. Sistem Distribusi dan Sistem Pengaliran Air Bersih

1. Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi air bersih adalah sistem yang langsung berhubungan dengan konsumen, yang mempunyai fungsi pokok

mendistribusikan air yang telah memenuhi syarat ke seluruh daerah pelayanan. Sistem ini meliputi unsur sistem perpipaan dan perlengkapannya, hidran kebakaran, tekanan tersedia, sistem pemompaan(bila diperlukan), dan reservoir distribusi (Enri Damanhuri, 1989).

Sistem distribusi air minum terdiri atas perpipaan, katup-katup, dan pompa yang membawa air yang telah diolah dari instalasi menuju pemukiman, perkantoran dan industri yang mengkonsumsi air. Juga termasuk dalam sistem ini adalah fasilitas penampung air yang telah diolah(reservoir distribusi), yang digunakan saat kebutuhan air lebih besar dari suplai instalasi, meter air untuk menentukan banyak air yang digunakan, dan keran kebakaran.

Dua hal yang penting yang harus diperhatikan pada sistem distribusi adalah tersedianya jumlah air yang cukup dan tekanan yang memenuhi (kontinuitas pelayanan), serta menjaga keamanan kualitas air yang berasal dari instalasi pengolahan.

Tugas pokok sistem distribusi air bersih adalah menghantarkan air bersih kepada para pelanggan yang akan dilayani, dengan tetap memperhatikan faktor kualitas, kuantitas dan tekanan air sesuai dengan perencanaan awal. Faktor yang didambakan oleh para pelanggan adalah ketersediaan air setiap waktu.

Suplai air melalui pipa induk mempunyai dua macam sistem yaitu (Kamala, 1999):

a. *Continuous system*

Dalam sistem ini air minum yang disuplai ke konsumen mengalir terus-menerus selama 24 jam. Keuntungan sistem ini adalah konsumen setiap saat dapat memperoleh air bersih dari jaringan pipa distribusi di posisi pipa manapun. Sedang kerugiannya pemakaian air akan cenderung lebih boros dan bila terjadi sedikit kebocoran saja, maka jumlah air yang hilang akan sangat besar jumlahnya.

b. *Intermittent system*

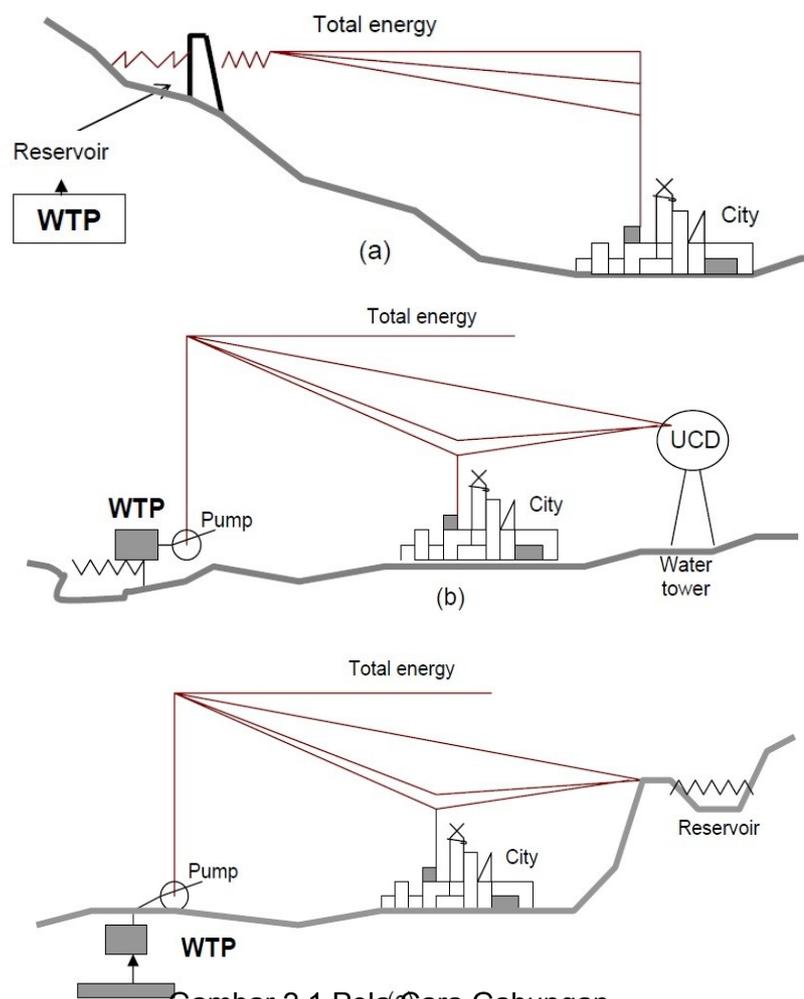
Dalam sistem ini air bersih disuplai 2-4 jam pada pagi hari dan 2-4 jam pada sore hari. Kerugiannya adalah pelanggan air tidak bisa setiap saat mendapatkan air dan perlu menyediakan tempat penyimpanan air dan bila terjadi kebocoran maka air untuk *fire fighter* (pemadam kebakaran) akan sulit didapat. Dimensi pipa yang digunakan akan lebih besar karena kebutuhan air untuk 24 jam hanya disuplai dalam beberapa jam saja. Sedang keuntungannya adalah pemborosan air dapat dihindari dan juga sistem ini cocok untuk daerah dengan sumber air yang terbatas.

2. Sistem Pengaliran Air Bersih

Untuk mendistribusikan air minum kepada konsumen dengan kuantitas, kualitas dan tekanan yang cukup memerlukan sistem perpipaan yang baik, reservoir, pompa dan peralatan yang lain. Metode dari pendistribusian air tergantung pada kondisi topografi dari sumber air dan posisi para konsumen berada. Menurut (Howard S Peavy, 1985) sistem pengaliran yang dipakai adalah sebagai berikut :

- a. Cara Gravitasi
Cara pengaliran gravitasi digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan. Cara ini dianggap cukup ekonomis, karena hanya memanfaatkan beda ketinggian lokasi.
- b. Cara Pemompaan
Pada cara ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari reservoir distribusi ke konsumen. Sistem ini digunakan jika elevasi antara sumber air atau instalasi pengolahan dan daerah pelayanan tidak dapat memberikan tekanan yang cukup
- c. Cara Gabungan
Pada cara gabungan, reservoir digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi pada kondisi darurat, misalnya saat terjadi kebakaran, atau tidak adanya

energi. Selama periode pemakaian rendah, sisa air dipompakan dan disimpan dalam reservoir distribusi. Karena reservoir distribusi digunakan sebagai cadangan air selama periode pemakaian tinggi atau pemakaian puncak, maka pompa dapat dioperasikan pada kapasitas debit rata-rata.



Gambar 2.1 Pola Cara Gabungan

Gambar 1. Pola cara gabungan

D. Konsep Indikator Kinerja Jaringan (*Performance Indicator*) dan Tingkat Kepuasan Pelanggan (*Customer Satisfaction*)

Indikator kinerja jaringan meliputi tingkat efisiensi dan keefektifan dari suatu jaringan air bersih yang diberikan kepada aspek khusus dari aktifitas jaringan dan tujuan sistem (konsumen) (Deb dan Cesarlo, 1997). efisiensi meliputi bagaimana suatu sistem penyediaan air bersih dapat dengan optimal memberikan pelayanan, sedangkan efektifitas meliputi bagaimana suatu target pelayanan dapat terpenuhi.

Secara umum, indikator kinerja jaringan meliputi beberapa persyaratan, antara lain (Larry, 1999):

- a. Dapat memberikan seluruh aspek yang relevan dari seluruh aspek dalam sistem penyediaan air bersih, berdasarkan kebutuhan konsumen pada umumnya
- b. Merupakan gambaran hasil dari manajemen yang baik
- c. Terdiri hanya faktor-faktor indikator kinerja jaringan yang dapat dipenuhi oleh target pelayanan, peralatan dan harga yang mahal harus dihindari
- d. Harus merupakan hal yang mudah untuk dipahami konsumen
- e. Dapat menjadi aplikatif untuk semua sistem dengan karakteristik berbeda

Secara garis besar untuk kebutuhan penelitian ini dapat diambil 3 indikator jaringan meliputi :

- a. *Hydraulic Performance*
Dititikberatkan pada tekanan dalam pipa (*pressure head*), dan variasi tekanan
- b. *Water Quality Performance*
Dititikberatkan pada konsentrasi mutu air baku yang didistribusikan ke konsumen, dan waktu pengaliran (kontinuitas) agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen
- c. *Reliability Performance*
Dititikberatkan pada kemampuan sistem jaringan dalam memenuhi kebutuhan konsumen

Indikator kinerja jaringan akan memfasilitasi terpenuhinya konsumen akan air bersih, serta akan memberikan masukan yang baik bagi pembangunan suatu jaringan air bersih dari suatu kota/ kawasan (Larry, 1999). sehingga dengan indikator kinerja jaringan yang baik, maka akan dapat memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan, sehingga dapat mencapai suatu tingkat kepuasan pelanggan.

Indikator kinerja meliputi (Larry, 1999) :

- a. Kepuasan Pelanggan (*Customer Satisfaction*)
Indikator kinerja merupakan gambaran (*reflection*) dari harapan konsumen dan penilaian terhadap pelayanan penyediaan air bersih
- b. Kualiatas (*Quality*)
Merupakan kualitas pelayanan dari suatu sistem penyediaan air bersih, sehingga dapat memenuhi kebutuhan pelanggan, dan dapat mencapai tingkat kepuasan pelanggan
- c. Tingkat Ketersediaan (*Avalaiblitiy*)
Merupakan ketersediaan sarana dan prasarana sitem penyediaan air bersih, termasuk didalamnya ketersediaan suplai air yang dapat memenuhi kebutuhan pelanggan

E. Tolak Ukur Penilaian Kinerja Dalam Penyediaan Air Bersih

Ada tiga kegiatan yang dapat digunakan untuk melakukan penilaian kinerja secara efektif, yakni *relevancy*, *reliability*, dan *discrimination*. Dimana *relevancy* menunjukkan tingkat kesesuaian antara kriteria dan tujuan kinerja. *Reliability* menunjukkan tingkat makna kriteria yang menghasilkan hasil yang konsisten. Sedangkan diskriminasi digunakan untuk mengukur tingkat dimana suatu kriteria kinerja dapat memperlihatkan perbedaan-perbedaan dalam kinerja

Dengan merujuk pada beberapa pengertian di atas, baik berkaitan dengan pengertian kinerja serta kriteria penilaian, maupun berbagai pengertian efektifitas dan efisiensi, penilaian kinerja dalam penyediaan air bersih ditentukan oleh :

- a. Kinerja penyediaan air bersih sangat terkait dengan kualitas dan kuantitas air yang dapat dinikmati oleh konsumen sebagai pengguna jasa pelayanan, termasuk tingkat kepuasan yang dapat dicapai
- b. Kinerja penyediaan air bersih ditentukan oleh tingkat efektifitas dan efisiensi dalam pengadaannya
- c. Berbagai kriteria teknis dan standar desain yang berlaku dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih, seperti kualitas air baku, sistem transmisi, sistem distribusi, dan proses pengolahan air serta mengacu pada standar kualitas air bersih yang telah ditetapkan pemerintah
- d. Penilaian tingkat efisisnesi ditentukan atas dasar perbandingan antara jumlah biaya yang dikeluarkan dibandingkan dengan kualitas dan kuantitas air yang dihasilkan, serta tingkat kepuasan yang ingin dicapai.

Untuk dapat menilai kinerja PDAM sebagai suatu institusi, digunakan acuan berdasarkan Keputusan Menteri Dalam Negeri Nomor 47 Tahun 1999 tentang Pedoman Penilaian Kinerja Perusahaan daerah Air minum meliputi penilaian aspek keuangan, operasional dan administrasi sesuai penilaian kinerja berdasarkan kriteria Badan pendukung pengembangan sistem Penyediaan Air Minum (BPPSPAM) Kementerian Pekerjaan umum Tahun 2010 tentang tingkat kesehatan PDAM meliputi penilaian aspek keuangan, pelayanan, operasional dan aspek sumber daya manusia

Kinerja pelayanan atau penyediaan air bersih di setiap daerah yang dilayani oleh PDAM belum tentu kualitas dan kuantitasnya sama dengan daerah lainnya. Oleh karena itu dalam penelitian ini, penilaian kinerja pelayanan air bersih pada suatu lokasi dan daerah tertentu akan digunakan acuan beberapa kriteria teknis pelayanan air bersih dengan sistem perpipaan, antara lain :

1. Air tersedia secara kontinu 24 jam sehari
2. Tekanan air di ujung pipa minimal 1,5 – 2 atm
3. Kuantitas air harus memenuhi standar yang ditetapkan

F. Tolak Ukur Kepuasan Dalam Penyediaan Air Bersih

Hal yang paling diharapkan oleh masyarakat sebagai pengguna pelayanan air bersih (*customer expectation*) adalah tersedianya air bersih, terutama setiap saat dibutuhkan, serta jumlahnya dapat memenuhi kebutuhan air bersih harian, sehingga kuantitas dan kontinuitas aliran air bersih menjadi hal yang utama dalam penentuan tingkat kepuasan bagi masyarakat pengguna jasa layanan.

Selain itu, kualitas air bersih yang didistribusikan ke pelanggan, yang memenuhi standar baku mutu kualitas air bersih, serta tidak menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan manusia maupun lingkungan juga merupakan harapan bagi pengguna jasa layanan air bersih. Dengan adanya kualitas air bersih yang memenuhi standar baku mutu, maka akan meningkatkan tingkat kepuasan masyarakat pengguna jasa layanan.

Berdasarkan tolak ukur yang telah disebutkan sebelumnya, maka dapat dilihat bahwa ada suatu hubungan keterkaitan yang erat antara kinerja pelayanan penyedia layanan air bersih yang dalam ini adalah PDAM dan tingkat kepuasan pelanggan yang dalam hal ini adalah masyarakat pengguna layanan. Jika PDAM sebagai penyedia layanan dapat meningkatkan kinerja sistem jaringan distribusi air minumannya, maka secara otomatis akan juga meningkatkan tingkat kepuasan pelanggan terhadap layanan yang diberikan.

G. Analisis Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih

Analisis jaringan pipa perlu dilakukan dalam pengembangan suatu jaringan distribusi maupun perencanaan suatu jaringan pipa baru.

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

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

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

Pada saat ini, tingkat kerumitan *real system* melebihi kemampuan *engineer* untuk memodelkan setiap *valve*, *bend*, *fitting* dan setiap kemungkinan operasional yang akan terjadi dalam suatu jaringan distribusi air bersih. Pertanyaan dalam menganalisis suatu jaringan distribusi air bersih adalah bagaimana menggabungkan teknik numerik dan mewujudkannya dalam model komputer dengan deskripsi sederhana sehingga model tersebut dapat digunakan dengan tingkat keyakinan yang tinggi. Mengembangkan model sistem distribusi air sangat berbeda dengan menuliskan program untuk menyelesaikan permasalahan debit pada jaringan pipa. Pada jaringan pipa, selalu diasumsikan bahwa karakteristik pipa telah diketahui

demikian pula kebutuhan air. Pada pengembangan model sistem distribusi, metode untuk menentukan pemakaian air dan karakteristik pipa didiskusikan seiring dengan bagaimana mengatur seluruh data yang terlibat dalam menganalisis sistem distribusi air. Pertanyaan kemudian yang timbul adalah bagaimana memadatkan sistem yang sedemikian luas ke dalam suatu program ke dalam suatu program komputer yang dapat diterima kekakurasiannya.

H. Aplikasi Epanet 2.0 Dalam Analisa Jaringan Distribusi Air Bersih

1. Umum

Pada awalnya, software jaringan distribusi hanya digunakan untuk melakukan desain awal sistem distribusi. Dengan software yang *un-user friendly* membuat operator enggan untuk menggunakan *software-software* distribusi tersebut dalam menganalisis kondisi jaringannya. Namun seiring dengan perkembangan teknologi, software distribusi telah berkembang sehingga menjadi lebih mudah digunakan. Dengan software distribusi, operator dapat mensimulasikan berbagai kemungkinan pengoperasian jaringan tanpa harus mengganggu kesinambungan pelayanan terhadap pelanggan. Jika pada awalnya operator harus turun ke lapangan dan mengumpulkan data sebanyak mungkin untuk mengetahui gambaran jaringannya maka kini operator hanya perlu turun ke lapangan untuk mengumpulkan data seminimal mungkin dalam memahami jaringan distribusinya yang *user friendly* dan banyak digunakan untuk menganalisa jaringan sistem distribusi.

Epanet 2.0 adalah program komputer yang berbasis windows yang merupakan program simulasi dari perkembangan waktu dari profil hidrolis dan perlakuan kualitas air bersih dalam suatu jaringan pipa distribusi, yang didalamnya terdiri dari titik/nodel/*junction* pipa, pompa, *valve* (asesoris) dan reservoir baik *ground reservoir* maupun reservoir menara. *Output* yang dihasilkan dari program Epanet 2.0 ini antara lain

debit yang mengalir dalam pipa, tekanan air dari masing-masing titik/nodel/*junction* yang dapat dipakai sebagai analisa dalam menentukan operasi instalasi, pompa dan reservoir serta besarnya konsentrasi unsur kimia yang terkandung dalam air bersih yang didistribusikan dan dapat digunakan sebagai simulasi penentuan lokasi sumber sebagai arah pengembangan.

Epanet 2.0 didesain sebagai alat untuk mengetahui perkembangan dan pergerakan air serta degradasi unsur kimia yang terkandung dalam air di pipa distribusi air bersih, yang dapat digunakan untuk analisa berbagai macam sistem distribusi, detail desain, model kalibrasi hidrolis, analisa sisa khlor dan beberapa unsur lainnya.

2. Kegunaan Epanet 2.0 Dalam Analisa Jaringan Distribusi Air Bersih

Kegunaan program epanet 2.0 :

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

Epanet merupakan analisis hidrolis yang terdiri dari :

- a. Analisis ini tidak dibatasi oleh letak lokasi jaringan

- b. Kehilangan tekanan akibat gesekan (*friction*) dihitung dengan menggunakan persamaan *Hazen-Williams*, *Darcy-Weisbach* atau *Chezy-manning* formula.
- c. Disamping *major losses*, *minor losses* (kehilangan tekanan di *bend*, *elbow*, *fitting*) dapat dihitung
- d. Model konstanta atau variabel kecepatan pompa
- e. Perhitungan energi dan biaya pompa
- f. Berbagai tipe model *valve* yang dilengkapi dengan kontrol kecepatan
- g. Reservoir dalam berbagai bentuk dan ukuran
- h. Faktor fluktuasi pemakaian air
- i. Sebagai dasar *operating system* untuk mengontrol level air di reservoir dan waktu

Epanet juga memberikan analisa kualitas air

- a. Model pergerakan unsur material non reaktif yang melalui jaringan tiap saat
- b. Model perubahan material reaktif dalam proses disinfektan dan sisa khlor
- c. Model unsur air yang mengalir dalam jaringan
 - d. Model reaksi kimia sebagai akibat pergerakan air dan dinding pipa

3. Input Data dalam Epanet 2.0

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

Input data yang dibutuhkan adalah :

- a) Peta jaringan
- b) *Node/junction*/titik dari komponen distribusi
- c) *Elevasi*
- d) Panjang pipa distribusi
- e) Diameter dalam pipa
- f) Jenis pipa yang digunakan
- g) Umur pipa
- h) Jenis sumber (mata air, sumur bor, IPAM, dan lain-lain)
- i) Spesifikasi pompa (bila menggunakan pompa)
- j) Bentuk dan ukuran reservoir
- k) Beban masing-masing *node* (besarnya *tapping*)
- l) Faktor fluktuasi pemakaian air
- m) Konsentrasi khlor di sumber

Output yang dihasilkan diantaranya adalah :

- a. flow masing-masing titik
- b. Hidrolik head (Epanet 2.0 *users manual*)

I. Dimensi Kualitas Jasa Pelayanan PDAM

Kualitas dapat diartikan sebagai kesesuaian dengan yang diisyaratkan atau distandarkan. Artinya bahwa setiap produk jasa/pelayanan dapat dikatakan berkualitas bila memenuhi standar-standar yang ditetapkan. Untuk itu biasanya penyedia jasa telah membuat standar jasa yang dihasilkannya.

Pengertian lain tentang kualitas adalah suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, manusia, proses dan tugas serta lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan pelanggan atau konsumen. Dari pengertian ini terlihat bahwa selera dan harapan konsumen bersifat dinamis atau selalu berubah, oleh karenanya kualitas produk juga harus dapat menyesuakannya. Dan hal ini merupakan tanggung jawab penyedia jasa/layanan untuk menyesuaikan produk jasanya dengan harapan konsumen yang dinamis tersebut.

Kualitas jasa pelayanan dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu : 'layanan yang diharapkan' (*expected services*) dan "layanan yang dirasakan" (*perceived services*). Apabila jasa yang dirasakan atau diterima oleh pelanggan sesuai dengan yang diharapkan, maka kualitas jasa dipersepsikan baik dan memuaskan. Jika jasa yang diterima melampaui harapan pelanggan, maka kualitas jasa yang dipersepsikan sebagai kualitas yang ideal. Sebaliknya jika jasa yang diterima lebih rendah daripada yang diharapkan, maka kualitas jasa dipersepsikan buruk. Ini berarti bahwa kualitas harus dimulai dari kebutuhan pelanggan dan berakhir pada persepsi pelanggan.

Sebagaimana produk barang, kualitas produk jasa pun dipengaruhi oleh banyak faktor. Untuk menilai atau menentukan jasa berkualitas atau tidak maka harus diidentifikasi faktor utama yang menentukan kualitas jasa. Menurut Fandi Tjiptono (prinsip-prinsip *Total Quality Services*, 2001, hal 20

untuk produk jasa ada lima dimensi pokok yang mempengaruhi, diantaranya yaitu :

1. Bukti langsung (*tangible*), yaitu bukti fisik dari jasa, bisa berupa fasilitas fisik, peralatan yang dipergunakan dan representasi dari jasa (misalnya untuk jasa penanganan air bersih : air yang disuplai ke konsumen memenuhi standar air bersih, yaitu tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau).
2. Keandalan (*reliability*), kemampuan memberikan pelayanan yang dijanjikan dengan segera, akurat dan memuaskan.

Beranjak dari dimensi kualitas jasa, tahap berikutnya yang juga harus dipahami oleh penyedia jasa adalah apakah yang dihasilkan dapat memuaskan pelanggan. Dalam jasa penanganan penyediaan air bersih, bila pelanggan puas maka ia akan ikut berpartisipasi aktif didalam kegiatan yang dilakukan, didalam hal ini pelanggan akan taat membayar retribusi.

J. Konsep Kepuasan Pengguna Jasa/Pelanggan

Konsep kepuasan pelanggan itu sendiri banyak variasinya, oleh karenanya ada beberapa definisi tentang kepuasan pelanggan diantaranya (Fandy Tjiptono, 2001, hal 127-133) :

1. Kepuasan atau ketidakpuasan adalah respon pelanggan terhadap evaluasi ketidaksesuaian/diskonfirmasi yang dirasakan antara harapan sebelumnya (atau norma kinerja lainnya) dan kinerja *actual* produk yang dirasakan setelah pemakaiannya. (Day, dalam Tse dan Wilton, 1998, "*Model Of Consumer Satisfaction Formation :An Extension*")
2. Kepuasan pelanggan merupakan evaluasi pembeli dimana alternatif yang dipilih sekurang-kurangnya memberikan hasil (outcome) sama atau melampaui harapan pelanggan, sedangkan ketidakpuasan timbul apabila hasil yang diperoleh tidak memenuhi harapan pelanggan. (Engel, 1990, "*Consumer Behavior*")
3. Kepuasan pelanggan adalah tingkat perasaan seseorang setelah membandingkan kinerja (hasil) yang ia rasakan dibandingkan dengan harapannya (Philip Kotler, 1994, et al)

Terdapat hubungan yang erat antara kualitas jasa dengan kepuasan pelanggan. Permasalahannya apa dan bagaimana cara mengukurnya, sehingga dengan mengetahui tingkat kepuasan pelanggan kita dapat mengambil langkah-langkah yang diperlukan dalam memberikan pelayanan.

K. Pengukuran Kualitas Jasa Pelayanan Dalam Penyediaan

Air Bersih

Konsep kepuasan pelanggan jasa sebenarnya bersifat abstrak, hal ini karena sifat dari kualitas jasa itu sendiri juga bersifat abstrak yaitu menyangkut persepsi pelanggan jasa. Berbeda dengan pelanggan produk barang, yang dapat dengan mudah menilai kualitas barang dari aspek wujudnya, seperti warna, ukuran, kualitas bahan, kualitas modal lain-lain. Demikian pula kepuasan pelanggan jasa pelayanan penanganan sampah, jasa pelayanan pengadaan air bersih bersifat abstrak yang tergantung dari persepsi masing-masing pelanggan

Pengukuran dari masing-masing dimensi dapat digunakan dengan menggunakan skala "*Likert*". Menurut Sugiyono(2001): "skala *Likert* digunakan untuk menggunakan sikap, pendapat dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena sosial". Dengan skala *Likert* ini, dimensi kualitas pelayanan yang pada dasarnya merupakan cerminan dari dimensi kepuasan(yang dalam teisi ini merupakan variabel penelitian), dijabarkan menjadi sub variabel. Selanjutnya dijabarkan lagi menjadi instrumen pelayanan yang akan diberikan kepada pengguna jasa/pelayanan. Jawaban dari setiap item pertanyaan menggunakan gradasi, yaitu: sangat tidak setuju s/d setuju; sangat tidak puas s/d sangat puas atau sangat jelek s/d sangat bagus. Masing-masing jawaban diberi skor penilaian dari 1 sampai 4 yang menunjukkan:

1. Sangat puas/baik diberi bobot 4
2. Puas/baik diberi bobot 3
3. Agak puas/sedang diberi bobot 2
4. Tidak puas/jelek diberi bobot 1

Selain kualitas yang memenuhi standar yang ada, ketersediaan air bersih dengan kontinuitas aliran yang terjamin akan menjadi hal yang utama dalam penentuan kepuasan bagi masyarakat pelanggan air bersih.

Manfaat yang dapat diambil dari pengukuran tingkat kepuasan pelanggan terhadap jasa penyediaan air bersih antara lain sebagai berikut :

1. Tingginya nilai kepuasan pelanggan akan meningkatkan pelanggan. Hal ini dapat berarti menurunkan harga satuan per unit air bersih yang disediakan, seiring dengan meningkatnya volume produksi dan permintaan
2. Mempertahankan kepuasan pelanggan akan menggunakan biaya/cost yang lebih kecil jika dibandingkan dengan menambah jumlah pelanggan
3. Mempertahankan loyalitas pelanggan terhadap barang atau jasa tertentu selama periode waktu yang lama akan dapat menghasilkan antusias yang lebih besar dibandingkan pengguna jasa individual.
4. Pelanggan dengan tingkat kepuasan yang tinggi akan merasakan kenyamanan dengan sendirinya akan dapat merekomendasikan suatu produk ataupun jasa yang digunakannya kepada orang lain, sehingga akan menjadikan semakin luasnya daerah yang akan terlayani/menambah jumlah pelanggan
5. Kepuasan pelanggan relatif membutuhkan pembiayaan yang mahal dan tidak memberikan keuntungan/laba dalam jangka pendek, akan tetapi akan memberikan keuntungan pada jangka panjang
6. Reduksi sensitivitas harga akan terjadi dimana kepuasan yang tinggi akan cenderung jarang menimbulkan penawaran harga oleh konsumen. Kepuasan pelanggan akan dapat mengalihkan fokus konsumen dari harga ke pelayanan dan kualitas pelayanan.

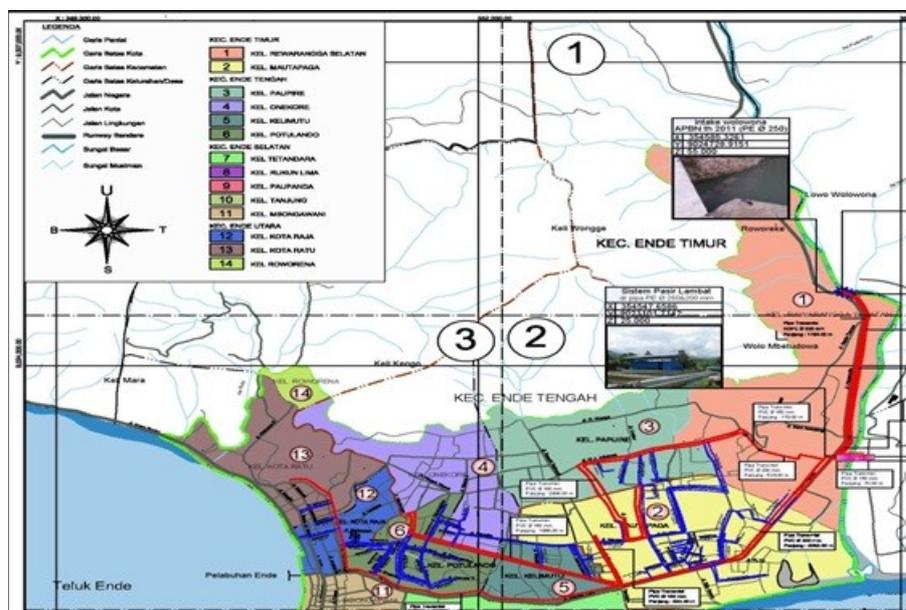
BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian diartikan sebagai strategi untuk melaksanakan penelitian. Dengan adanya metode penelitian maka proses kerja serta proses berfikir untuk menjawab permasalahan yang akan diteliti dapat diarahkan.

A. Lokasi Penelitian

Wilayah Kabupaten Ende terletak di bagian tengah Pulau Flores. Lokasi penelitian dilaksanakan di Kabupaten Ende yang meliputi Kecamatan Ende Utara, Kecamatan Ende Timur, Kecamatan Ende Tengah dan Kecamatan Ende Selatan.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian

B. Kerangka Pemikiran

Baik buruknya suatu sistem penyediaan air bersih suatu kawasan/kota, sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain air baku, yang meliputi kualitas dan kuantitas, faktor kinerja sistem distribusi

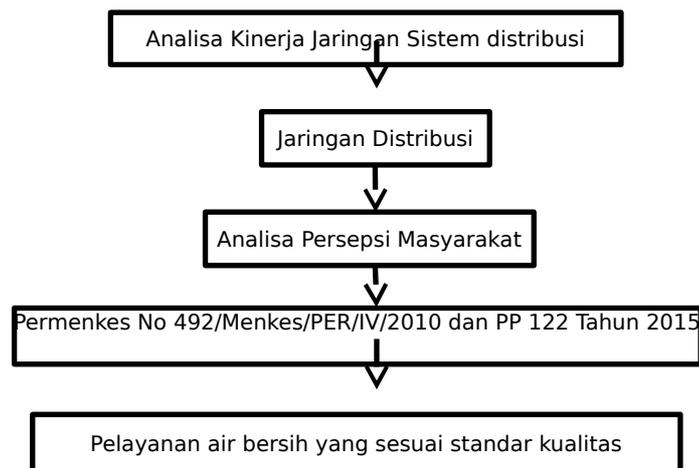
yang meliputi kuantitas, tekanan, dan kontinuitas aliran, serta faktor kinerja sistem transmisi.

Dalam sistem penyediaan air bersih yang baik, diperlukan suatu kebutuhan air yang baik dan dalam jumlah yang cukup. Sehingga masyarakat sebagai pengguna jasa akan mendapatkan pasokan air secara kontinyu serata dengan kualitas yang baik sesuai dengan tingkat pemakaian air standar.

Faktor kinerja (*performance*) suatu sistem jaringan air bersih juga penting untuk dipertimbangkan, karena dengan meninjau parameter-parameter kinerja serta faktor-faktor yang mempengaruhinya, maka dapat dilihat tingkat keberhasilannya dari suatu kinerja sistem jaringan air bersih suatu kota/kawasan.

Tingkat kepuasan pelanggan terhadap layanan suatu jaringan distribusi air bersih juga menjadi faktor penentu keberhasilan suatu sistem dapat berjalan. Karena sebagai pengguna jasa, pelanggan/konsumen dapat memberikan penilaian melalui persepsi dan harapan, yang nantinya akan dapat memberikan suatu penilaian terhadap kebersihan suatu sistem jaringan distribusi air bersih.

Peta penelitian ini, faktor-faktor pertimbangan yang telah disebutkan pada paragraf-paragraf sebelumnya, yang mempengaruhi kinerja sistem jaringan distribusi air bersih, akan dijadikan parameter penelitian, yang akan dikaji lebih lanjut, sehingga akan dapat memberikan masukan kepada pihak penyedia layanan air bersih, yang dalam hal ini adalah PDAM Kota Ende. Adapun diagram alir dari kerangka pemikiran dan tahapan kegiatan adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Skema kerangka pikir

C. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan, mulai dari seminar usulan penelitian sampai menyelesaikan laporan tesis yaitu pada bulan Juni 2018.

D. Jenis Penelitian

Penelitian tentang analisa kinerja jaringan dan tingkat kepuasan pelanggan pada sistem distribusi air bersih PDAM Kabupaten Ende ini termasuk jenis penelitian survei. Dikatakan demikian karena dalam penelitian ini, informasi dan data dikumpulkan melalui responden dengan menggunakan kuesioner dan survei langsung ke lapangan untuk memperoleh data primer yang antara lain adalah data debit, dan kondisi fisik air bersih sampai ke pelanggan.

E. Pendekatan Studi

Pendekatan studi yang pada umumnya digunakan dalam penelitian adalah pendekatan evaluatif. Salah satu kegunaan dari

penelitian survei adalah untuk mengadakan evaluasi, yaitu dalam penelitian ini adalah untuk melihat seberapa baik kinerja jaringan distribusi PDAM dalam melayani pelanggan, serta seberapa tinggi tingkat kepuasan pelanggan terhadap sistem distribusi air bersih yang selama ini berjalan.

Dalam penelitian ini tidak hanya data numerik saja yang akan dihimpun, tetapi juga informasi tentang apa yang menjadi keinginan dari masyarakat terhadap kinerja sistem distribusi air bersih, sehingga pendekatan studi penelitian ini menggunakan metode kombinasi pendekatan kuantitatif dan kualitatif.

Pendekatan tersebut digunakan dalam penelitian ini karena melalui penganalisaan terhadap data primer dan sekunder yang diperoleh dari survei, peninjauan langsung, pengukuran langsung, kompilasi data sekunder, maupun kuesioner.

F. Kebutuhan data

Ada dua jenis data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Data sekunder

Merupakan data-data yang bersumber dari data yang dihimpun dari instansi-instansi terkait, yang dalam hal ini adalah PDAM Kabupaten Ende

2. Data Primer

Merupakan data yang secara langsung bersumber dari observasi lapangan dan kuesioner dari para pelanggan air bersih.

NO	Kebutuhan Data	Jenis Data dan Teknik Survey	Sumber
Data Kependudukan			
1	Jumlah Penduduk, laju pertumbuhan penduduk, kepadatan penduduk, tingkat sosial-ekonomi masyarakat	Sekunder	BPS kota Ende
2	Jumlah KK, Jumlah bangunan rumah, jumlah bangunan niaga, bangunan sosial dan fasilitas umum	Sekunder	BPS Kota Ende
Data Pelanggan PDAM			
3	Jumlah Pelanggan (jumlah sambungan rumah), jumlah anggota keluarga per KK	Sekunder, Primer	PDAM Kota Ende, Kuesioner
4	Kapasitas pemakaian air bersih per hari	Sekunder	Literatur
Data Indikator Kinerja PDAM			
5	Standar kualitas air bersih : fisik, kimia dan biologi	Sekunder	PDAM kota Ende
6	Kuantitas air bersih	Sekunder, Primer	PDAM Kota Ende, Observasi lapangan, Pengolahan data sekunder
7	Kontinuitas air bersih	Sekunder, Primer	PDAM kota Ende Observasi lapangan
8	Parameter operasional : tekanan, standar debit, standar kecepatan aliran	Sekunder, Primer	PDAM kota Ende Observasi lapangan Analisa Epanet
Aspek Keruangan			
9	Wilayah Pelayanan : Peta wilayah pelayanan, batas wilayah, blok-blok pelayanan	Sekunder, Primer	PDAM kota Ende Observasi lapangan
10	Jaringan pelayanan air bersih : peta jaringan penyediaan air bersih, jaringan pipa transmisi dan distribusi, letak reservoir	Primer	PDAM kota Ende Observasi lapangan

G. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah cara-cara (Tabel 2; Kebutuhan jenis data) untuk mengumpulkan data, baik secara primer maupun data sekunder, melalui survei yang dilakukan pada wilayah penelitian. Adapun survei yang dilakukan untuk memperoleh data yang dibutuhkan tersebut adalah:

1. Survei Primer

Mencari data yang sifatnya tidak tertulis, taupun merupakan data yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Survei yang dilakukan tersebut antara lain :

a. Observasi lapangan

Tujuannya untuk menghasilkan data-data yang tidak tertulis yang hanya bisa didapatkan dengan pengamatan secara

langsung mengenai kondisi pelayanan distribusi air bersih. Kegiatan yang dilakukan dapat berupa pengukuran tekanan air, debit, kontinuitas, dan melihat kondisi fisik air bersih yang dialirkan ke pelanggan pada beberapa sampel rumah

b. Kuesioner

Untuk dapat mengetahui tingkat kepuasan pelanggan terhadap kinerja sistem distribusi air bersih yang dilakukan oleh PDAM kota Ende, serta preferensi dari pihak yang terlibat langsung dalam penyediaan air bersih, yaitu dari pihak pelanggan secara langsung mengenai sistem yang diharapkan.

2. Survei Sekunder

Merupakan pencarian data melalui kajian literatur, hasil penelitian sebelumnya, peta-peta yang dibutuhkan, data kependudukan, kondisi wilayah penelitian yang didapatkan dari instansi-instansi terkait.

Tujuan dari survei ini adalah mendapatkan data-data yang selanjutnya akan diolah dengan alat analisis yang tersedia.

H. Sampling Penelitian

1. Teknik sampling

Adapun teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah secara proporsional di tiap-tiap strata atau tingkatan. Teknik sampling ini digunakan karena jumlah penduduk serta luas wilayah yang berbeda-beda pada lokasi.

2. Jumlah Sampel

Untuk membatasi wilayah penelitian yang cukup luas, maka dipilih jaringan distribusi dari mata air Wolowona sebagai daerah penelitian, karena memiliki jaringan lebih besar, dan jumlah pelanggan lebih banyak dibanding lainnya.

Dalam penelitian ini terdapat dua macam responden, dengan pengelompokan responden sebagai berikut :

a. Responden untuk mengetahui tingkat kinerja jaringan distribusi air bersih oleh PDAM Kota Ende.

Responden dipilih berdasarkan pertimbangan orang/pihak yang terkait langsung dengan pelayanan air bersih, yang dalam hal ini adalah pelanggan. Responden kelompok ini adalah rumah yang

menjadi pelanggan PDAM. Kegiatan yang dilakukan adalah peneliti mengukur secara langsung di lapangan untuk parameter debit, tekanan, kuantitas, dan kualitas air bersih. Selain parameter kinerja, juga diteliti kuantitas air bersih, tetapi untuk parameter kualitas hanya terbatas pada kualitas fisik air, yang meliputi warna, bau, dan rasa.

- b. Jumlah responden untuk analisis tingkat kepuasan pelanggan terhadap kinerja jaringan distribusi air bersih oleh PDAM Kota Ende didapatkan dengan menggunakan rumus populasi. Berdasarkan data BPS Kota Ende dalam angka, dengan jumlah populasi pelanggan pada yang bersumber dari mata air Wolowona 7822, maka jumlah sampel yang dapat dihitung menggunakan rumus (Slovin,1960) dalam (Sevilla Consuelo G,1993) sebagai berikut :

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

n = Jumlah sampel

N = Ukuran populasi

e = nilai kritis (batas ketelitian) : 10%

dengan jumlah populasi pelanggan 7822, maka jumlah sampel yang ditetapkan untuk penelitian pada Kecamatan Ende

Tengah dapat dihitung, yaitu :

$$n = \frac{7822}{1 + (7822) \cdot 0,1^2}$$

Untuk jumlah sampel pada daerah yang telah ditentukan, dibagi secara proporsional berdasarkan jumlah pelanggan yang terdapat pada beberapa kecamatan yaitu : Kecamatan Ende Selatan 35 pelanggan, Kecamatan Ende Timur 14 pelanggan, Kecamatan Ende Tengah 45 pelanggan dan Kecamatan Ende Utara 5 pelanggan.

I. Teknik Pengolahan dan Penyajian Data

Teknik ini diperlukan untuk mempermudah peneliti dalam mengolah data, dan membuat target-target yang dibutuhkan dalam penelitian. Naik data primer maupun data sekunder yang telah dikumpulkan, dipisahkan sesuai dengan datanya. Data deskriptif dipisahkan dari data yang berbentuk angka, atau data kuantitatif dipilah dari kuantitatif dan kemudian siap dianalisa.

Data disajikan dalam beberapa bentuk, yang meliputi :

1. Data Naratif sebagai Data Kualitatif

Data ini bersumber dari data yang berbentuk jawaban atau cerita atau argumentasi sebagai wujud dari persepsi, aspirasi, dan keinginan, baik dari pengelola sistem penyediaan air bersih, maupun masyarakat sebagai konsumen.

2. Tabulasi Data

Digunakan untuk data yang berbentuk angka, namun tidak menutup kemungkinan adanya data berupa non angka, yang berisikan data tentang permasalahan yang diperoleh dari berbagai sumber, yaitu dari pelanggan air bersih yang berkaitan langsung dengan sistem distribusi air bersih

J. Prosedur Penelitian

Kegiatan pelaksanaan penelitian tentang analisa kinerja jaringan dan tingkat kepuasan pelanggan pada sistem distribusi air bersih Kota Ende adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengecekan terhadap data-data yang diperoleh, yaitu data topografi, data jaringan, data *inflow*. Data debit, data tekanan air, data kontinuitas aliran, data kualitas air, serta karakteristik pemakaian air.
2. Melakukan simulasi pengoperasian jaringan air bersih menggunakan program EPANET 2.0 berdasarkan data yang telah diperoleh, yaitu kondisi konfigurasi jaringan dan topografi, dengan input data yang meliputi data fisik jaringan, interkoneksi jaringan, sumber-sumber air, serta aksesoris jaringan pipa. Input terdiri dari :
 - a) Tabel Pipa

Data yang dimasukkan meliputi nomor pipa, panjang pipa, diameter pipa, kekasaran dalam pipa, serta titik (*node*) pada ujung hulu dan hilir. *Output* yang dihasilkan meliputi kecepatan aliran dalam pipa

b) Tabel titik (*node*)

Node merupakan *input* data mengenai koneksi antar *node* dan parameter tiap *node* tersebut. *Input* data meliputi nomor *node*, elevasi *node*, kebutuhan pada *node* tersebut, serta koordinat lokasi *node*.

c) Tabel *inflow*

Merupakan data masukkan mengenai sumber-sumber air yang memasok air ke jaringan. Sumber air dapat berupa reservoir ataupun tangki, serta termasuk di dalamnya adalah pompa. *Input* data yang diperlukan meliputi besarnya debit *inflow* ke jaringan.

d) Tabel liku – karakteristik pompa

Merupakan data hubungan antara tinggi terhadap kapasitas aliran pompa. Liku karakteristik ini digunakan sebagai *input* dalam tabel *inflow*.

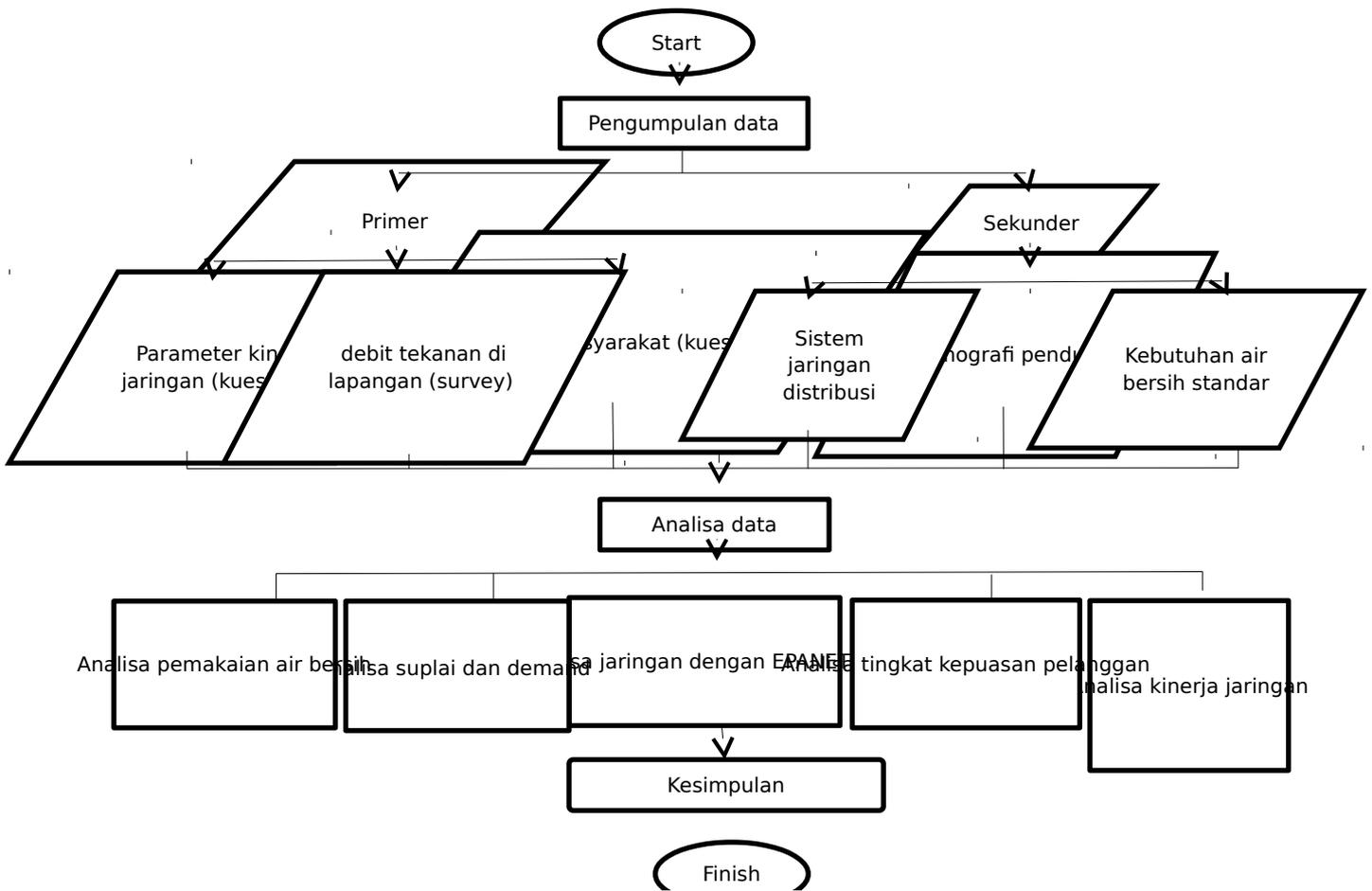
3. Melakukan analisa kinerja pelayanan jaringan air bersih berdasarkan data primer maupun sekunder tentang debit air, tekanan, kontinuitas aliran, dan kualitas air sebagai parameter untuk mendapatkan hasil analisa kinerja pelayanan jaringan air bersih
4. Melakukan uji statistik terhadap data yang diperoleh melalui kuesioner, dimana terdapat persepsi dan harapan pelanggan.

K. Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan sekunder. Data yang dimaksud meliputi :

- a. Data penyediaan air dan fluktuasinya serta kapasitas produksi
- b. Data jalur pipa transmisi ke reservoir, serta data jalur pipa distribusi dari reservoir ke pelanggan

- c. Data batas wilayah daerah pelanggan
 - d. Data batas wilayah daerah pelayanan
 - e. Data pemakaian air pelanggan PDAM menurut kategori pelanggan
 - f. Data sekunder diperoleh dari data PDAM, sedangkan data primer dari pengukuran langsung di lapangan
- Pengumpulan data pemakaian pelanggan dilakukan dengan pengambilan data sekunder tentang data pemakaian air bulanan pelanggan PDAM yang merupakan hasil pembacaan kubikasi selama 12 bulan, dari bulan Januari-Desember 2016.



Gambar 4. Diagram alir penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas tentang keadaan konsumen PDAM Kabupaten Ende untuk sumber mata air Wolowona dan tingkat kepuasan konsumen terhadap pelayanan PDAM, kemudian analisis terhadap aspek teknis distribusi sistem PDAM.

	Jenis Kelamin	Frekuensi	Persentase (%)	
	Laki-laki	82	83	
	Perempuan	17	17	

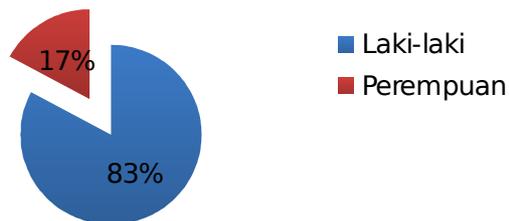
A. Keadaan umum responden

1. Jenis Kelamin Responden

Berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan pada daerah studi, terdapat 82 orang laki-laki dan 17 orang perempuan, sebagai responden yang mewakili pelanggan yang ada

Tabel 3; Jenis kelamin responden

Jenis Kelamin



Gambar 5. Persentase jenis kelamin responden

2. Pekerjaan Responden

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa pekerjaan kepala keluarga yang paling tinggi adalah PNS/POLRI(49%). Sedangkan pekerjaan yang paling sedikit adalah wiraswasta(11%)

Tabel 4; Pekerjaan responden

Pekerjaan Responden	Frekuensi	Persentase (%)
PNS/POLRI	48	49
Wiraswasta	11	11
Swasta	18	18
Mahasiswa/Pelajar	0	0
Lain-lain	22	22

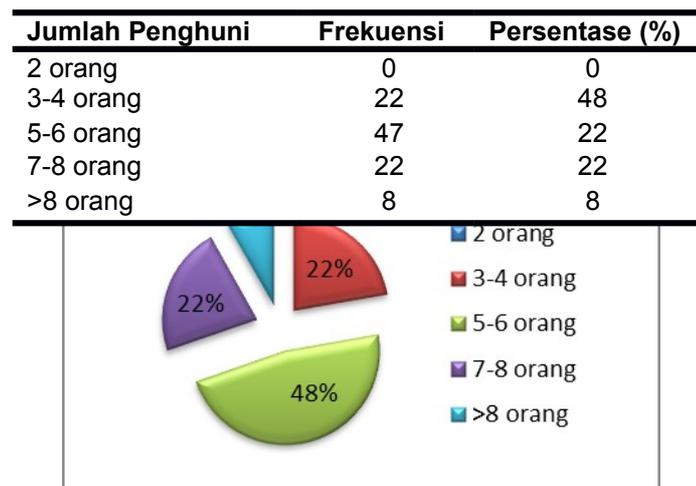


Gambar 6. Pekerjaan responden

3. Jumlah Penghuni Rumah

Banyaknya anggota keluarga dalam satu rumah, berdasarkan pada hasil survei menunjukkan satu rumah terdiri dari 5-6 orang sebesar 48%, 3-4 orang sebesar 22%, 7-8 orang sebesar 22%, dan >8 orang sebesar 8%.

Tabel 5; Jumlah penghuni rumah



Gambar 7. Jumlah penghuni

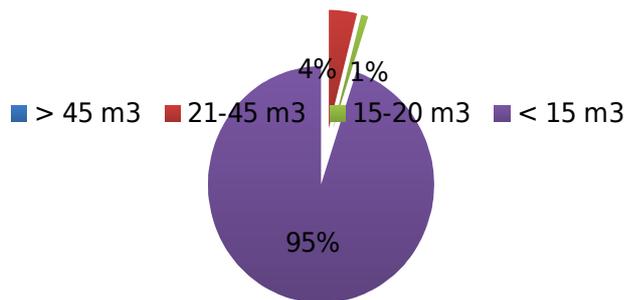
4. Penggunaan Air Bersih

Penggunaan rata-rata air bersih oleh pelanggan yang menggunakan air bersih kurang dari 15 m³ dalam tiap bulannya sebesar 95%, sedangkan pelanggan antara 15-20 m³ sebesar 1% dan 21-45 m³ sebesar 4%. Persentase yang diperoleh dari metode Skala Likert sebesar 27,3% menunjukkan kondisi tidak baik.

Tabel 6; Penggunaan air bersih

Volume Air (m ³)	Frekuensi	Persentase (%)	Persentase Likert(%)
>45	0	0	
21-45	4	4	27,3
15-20	1	1	
<15	94	95	

Penggunaan Rata-rata Air Bersih



5. Penggunaan Pompa

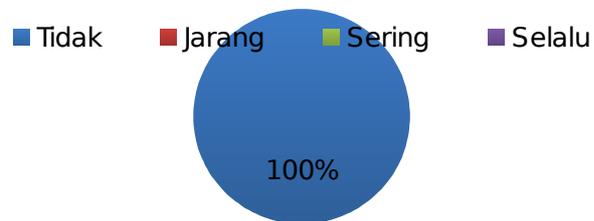
Gambar 8. Penggunaan air bersih

Pelanggan PTSDM Kabupaten Lingsar pada umumnya tidak menggunakan pompa dalam pengambilan air melalui jaringan perpipaan. Oleh karena itu dari hasil survei ditemukan bahwa pelanggan 100% tidak menggunakan pompa dalam pengambilan air. Persentase yang diperoleh dari metode Skala Likert sebesar 100% menunjukkan kondisi sangat baik.

Tabel 7; Penggunaan pompa

Penggunaan Pompa	Frekuensi	Persentase (%)	Persentase Likert (%)
Tidak	99	100	100
Jarang	0	0	
Sering	0	0	
Selalu	0	0	

Penggunaan Pompa



Gambar 9. Penggunaan pompa

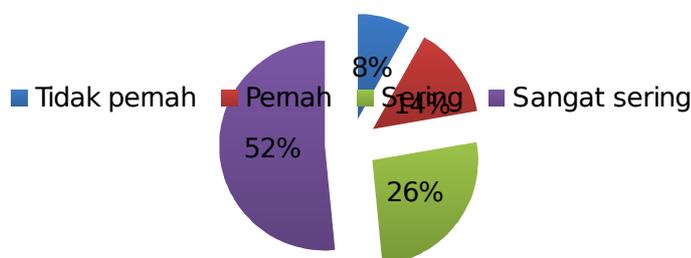
6. Alternatif Pengganti PDAM

Dari hasil survei ditemukan bahwa pelanggan PDAM lebih mengalami kesulitan dalam memenuhi kebutuhan air bersihnya. Dapat dilihat dari penggunaan air selain dari PDAM adalah 52 % sangat sering, 26% sering menggunakan air diluar air distribusi, 14% pernah melakukan hal tersebut, dan 8% tidak pernah menggunakan air selain dari hasil distribusi PDAM. Persentase yang diperoleh dari metode Skala Likert sebesar 45% menunjukkan kondisi cukup baik.

Tabel 8; Alternatif pengganti PDAM

Penggunaan Alternatif	Frekuensi	Persentase (%)	Persentase Likert (%)
Tidak Pernah	8	8	
Pernah	14	14	45
Sering	26	26	
Sangat Sering	51	52	

Alternatif Pengganti PDAM



Gambar 10. Alternatif pengganti PDAM

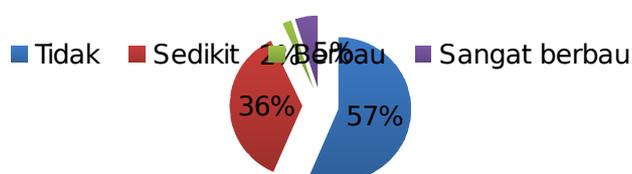
7. Kualitas Bau Air

Kualitas bau air yang diketahui dari hasil survei adalah 56% air PDAM tidak berbau, 2% berbau, 36% sedikit berbau. Dalam hal ini kondisi air berbau terjadi pada waktu curah hujan tinggi. Bau yang ditemukan oleh responden adalah bau dari kaporit. Persentase yang diperoleh dari metode Skala Likert sebesar 86 % menunjukkan kondisi sangat baik.

Tabel 9; Kualitas bau air

Kualitas Bau Air	Frekuensi	Persentase (%)	Persentase Likert (%)
Tidak ada	56	57	86
Sedikit berbau	36	36	
Berbau	2	2	
Kualitas Rasa Air	Frekuensi	Persentase (%)	Persentase Likert (%)
Tidak Sama Sekali	61	62	89,6
Sedikit Berasa	36	36	
Berasa	1	1	
Sangat Berasa	1	1	

Kualitas Bau Air

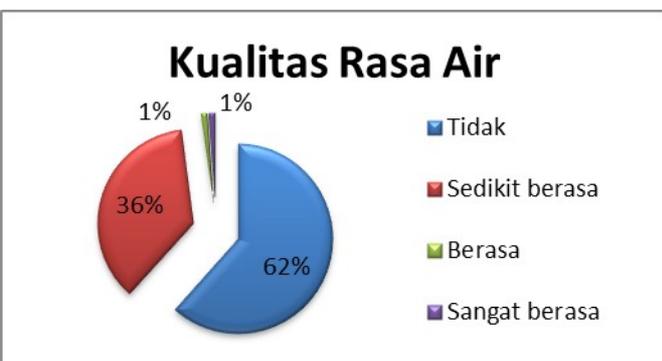


8. Kualitas Rasa Air

Gambar 11. Kualitas bau air

Dari hasil survey yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa responden menyatakan air PDAM sangat berbau 1%, tidak berbau 61%, berbau 1% dan 36% sedikit berbau. Sama halnya dengan kualitas bau air, kondisi ini terjadi pada waktu curah hujan tinggi dengan kondisi air yang dirasakan oleh responden berbau kaporit. Persentase yang diperoleh dari metode Skala Likert sebesar 89.6% menunjukkan kondisi sangat baik.

Tabel 10; Kualitas rasa



Gambar 12. Kualitas rasa air

9. Kejernihan Air

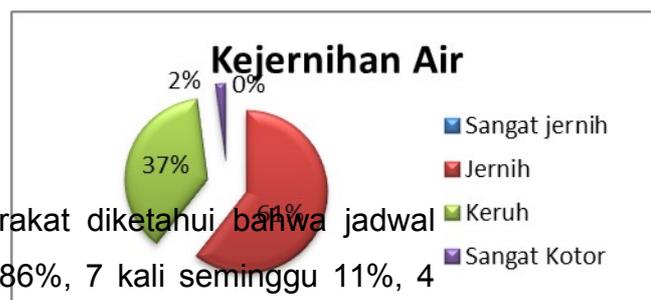
Dari aspek kualitas warna air yang diperoleh dari responden diketahui bahwa ada 61% menyatakan bahwa air PDAM jernih, 37% keruh dan 9% kotor. Menurut masyarakat pernah menemukan bui putih pada saat pengaliran air. Persentase yang diperoleh dari metode Skala Likert sebesar 64,6% menunjukkan kondisi baik.

Tabel 11; Kejernihan air

Kejernihan Air	Frekuensi	Persentase (%)	Persentase Likert (%)
Sangat Jernih	0	0	
Jernih	60	61	64,6
Keruh	37	37	
Sangat Kotor	2	2	

10. Jadwal Pengaliran Air

Berdasarkan hasil respon masyarakat diketahui bahwa jadwal pengaliran air 2 kali seminggu sebesar 86%, 7 kali seminggu 11%, 4



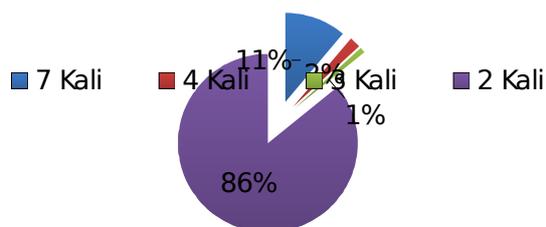
Gambar 13. Kejernihan air

kali seminggu 2% dan 3 kali seminggu 1%. 7 kali seminggu ini dirasakan oleh responden yang lokasi rumahnya berdekatan dengan pipa distribusi dari PDAM. Persentase yang diperoleh dari metode Skala Likert sebesar 34,6% menunjukkan kondisi baik.

Tabel 12; Jadwal pengaliran air

Jadwal Pengaliran	Frekuensi	Persentase (%)	Persentase Likert (%)
7 kali seminggu	11	11	34,6
4 kali seminggu	2	2	
3 kali seminggu	1	1	
2 kali seminggu	85	86	

Jadwal Pengaliran Air

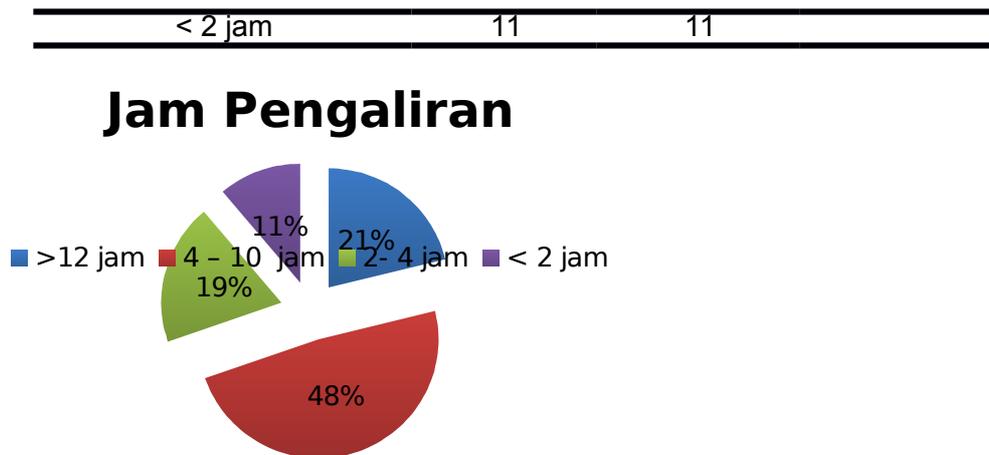


11. Lama Waktu Pengaliran

Untuk Gambar 14. Jadwal pengaliran air eroleh adalah 49% selama 4-10 jam, 22% lebih dari 12 jam, 18% 2-4 jam, dan kurang dari 2 jam sebesar 11%. Persentase yang diperoleh dari metode Skala Likert sebesar 70% menunjukkan kondisi baik.

Tabel 13; Lama waktu pengaliran air

Lama Waktu Pengaliran	Frekuensi	Persentase	Persentase Likert (%)
>12 jam	21	21	70
4-10 jam	48	49	
2-4 jam	19	19	



Gambar 15. Lama waktu pengaliran

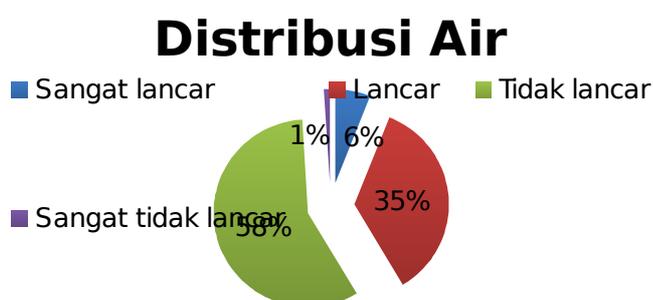
12. Distribusi Air

Menurut hasil survei yang dilakukan 50% responden mengatakan bahwa distribusi air lancar, 43% tidak lancar, 6% sangat lancar dan 1 % sangat tidak lancar. Distribusi air ini diperoleh dari pengamatan responden pada waktu jam pengaliran air. Persentase yang diperoleh dari metode Skala Likert sebesar 61,6% menunjukkan kondisi baik.

Tabel 14; Distribusi air

Distibusi Air	Frekuensi	Persentase (%)	Persentase
---------------	-----------	----------------	------------

			Likert (%)
Sangat lancar	6	6	61,6
Lancar	35	35	
Tidak lancar	57	58	
Sangat tidak lancar	1	1	



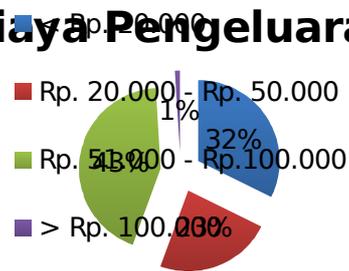
Gambar 16. Distribusi air

13. Biaya Pengeluaran

Berdasarkan hasil survei, pelanggan dalam setiap bulannya mengeluarkan biaya Rp 51.000 – Rp 100.000 44%, 32% kurang dari Rp 20.000, 23% antara Rp 20.000 – Rp 50.000, 1% lebih dari Rp 100.000. Persentase yang diperoleh dari metode Skala Likert sebesar 71,7% menunjukkan kondisi baik.

Biaya Pengelua	Tabel 15; Biaya pengeluaran		Persentase Likert (%)
< Rp. 20.000	32	32	71,7
Rp. 20.000 - Rp. 50.000	23	23	
Rp. 51.000 -Rp.100.000	43	44	
> Rp. 100.000	1	1	

Biaya Pengeluaran

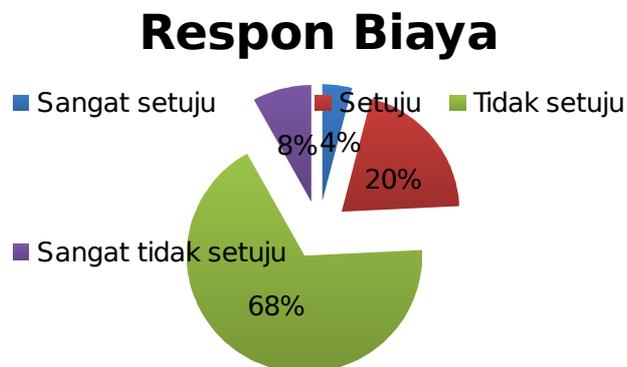


14. Respon Biaya Pengeluaran

Dari hasil survei (Gambar 17. Biaya pengeluaran) di beberapa tempat di kabupaten Ende, diperoleh berbagai macam respon terhadap biaya pengeluaran yang dikeluarkan pada setiap bulannya seperti: 46% responden setuju, 42 responden tidak setuju, 8% sangat tidak setuju dan 4% sangat setuju. Persentase yang diperoleh dari metode Skala Likert sebesar 55,1% menunjukkan kondisi baik.

Tabel 16; Respon biaya pengeluaran

Tanggapan	Frekuensi	Persentase (%)	Persentase Likert (%)
Sangat setuju	4	4	55,1
Setuju	20	20	
Tidak setuju	67	68	
Sangat tidak setuju	8	8	



Gambar 18. Respon biaya pengeluaran

Berdasarkan rata-rata persentase Likert diperoleh hasil dari beberapa aspek yaitu sebagai berikut :

- a) Skor rata-rata Skala Likert untuk aspek kuantitas air sebesar 57,3% dengan kondisi baik. Namun masih diperlukan perhatian terhadap kuantitas air dikarenakan pelanggan masih banyak membeli air tangki untuk keperluan sehari-hari.
- b) Aspek kualitas air dari hasil respon pelanggan terhadap kinerja PDAM menunjuk kondisi sangat baik dengan nilai Skala Likert sebesar 80,1%. Dalam kualitas air masih dibutuhkan perhatian terhadap rasa dan bau air pada saat musim penghujan dikarenakan banyaknya responden yang mengatakan bahwa air berasa dan berbau kaporit.
- c) Aspek kontinuitas menunjukkan skor 55,3% dengan kondisi baik. Namun masih dibutuhkannya pengembangan kinerja yang baik

untuk mengatasi jadwal pengaliran air dan waktu pengaliran yang masih memberikan tanggapan yang buruk.

- d) Aspek biaya menunjukkan skor 63,3% dengan kondisi baik. Menurut responden pelanggan PDAM terhadap biaya yang dibebankan kepada pelanggan masih terdapat banyak pelanggan yang kurang setuju dengan tarif harga air pada saat ini.

B. Analisa Supply dan Demand

Analisa ini untuk mengetahui kebutuhan yang akan dibutuhkan pada tahun yang akan datang. Untuk mengetahui jumlah kebutuhan air maksimum per orang per hari menurut kelompok jumlah penduduk dapat dilihat pada Tabel 1 pada Bab II.

Tabel 17; Konsumsi air berdasarkan jenis gedung

No	Jenis Gedung	Pemakaian air Rata-rata per hari (liter)	Waktu pemakaian air rata-rata (jam)	Keterangan
1	Kantor	100-120	8	Per karyawan
2	Rumah Sakit	250-1000	10	Per tempat tidur (pasien luar 8 l Karyawan:120l Perawat : 160 l
3	Gedung bioskop dan sandiwara	10	3	Per pengunjung
4	Toko, Department store	3	8	Per pengunjung (karyawan :100 l Karyawan penghuni : 160 l
Lanjutan Tabel 17				
5	Rumah makan	15	7	-
6	Cafeteria	30	5	-
7	Perumahan	160-250	8-10	Per penghuni
8	Hotel, losmen	150-300	10	Per tamu
9	Sekolah dasar, sekolah lanjutan	40-50	5-6	Per murid
10	Laboratorium	100-200	8	Per karyawan
11	Pabrik	60-140	8	Per orang per shift (pria : 80 l wanita: 100l
12	Stasiun kereta api	3	15	Per penumpang

Sumber : Mairidoka dan Panjaitan, (2011) dari Sularso (2004)

1. Perkiraan Jumlah Penduduk Pada Tahun 2026 Yang Akan Datang

Dalam memperkirakan jumlah penduduk, digunakan data-data jumlah penduduk sebelumnya. Adapun data-data jumlah penduduk Kabupaten Ende menurut kecamatan.

Tabel 18; Jumlah penduduk Kabupaten Ende tahun 2009-2017

Tahun	Ende Selatan	Ende Timur	Ende Tengah	Ende Utara	Total
2009	20.967	16.167	26.861	19.434	83.429
2010	21.270	17.017	27.222	17.658	83.167
2011	21.198	18.089	27.949	17.874	85.110
2013	23.523	18.311	28.167	17.873	87.874
2014	23.682	18.519	28.312	17.876	88.389
2015	23.896	19.808	27.942	18.100	89.746
2016	23.529	37.092	28.244	17.999	106.864

Sumber : BPS Kabupaten Ende

2. Metode Aritmatika

Perhitungan menggunakan persamaan berikut :

$$I = \frac{Po - Pt}{t}$$

$$I = \frac{106864 - 83429}{7}$$

$$= 3348$$

Dimana :

Untuk tahun 2009, n = 1

Untuk tahun 2010, n = 2

Untuk tahun 2026, n = 10, maka diperoleh

$$\begin{aligned} P_n &= P_t + I(n) \\ &= 83.429 + 3348(10) \\ &= 116.909 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

3. Metode Geometri

Dari data penduduk kabupaten Ende kita dapat menentukan besarnya rasio pertambahan jumlah penduduk dengan menggunakan rumus :

$$r = \frac{\frac{Pt}{Po}}{\frac{1}{7}} - 1$$

$$r = \frac{106864^{\frac{1}{7}}}{83429} - 1$$

$$r = 0,035$$

Sehingga kita dapat menentukan jumlah penduduk tahun 2016-2026 dapat dihitung dengan persamaan,

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

Untuk tahun 2026 $n = (2026 - 2016) = 10$ maka :

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

$$P_n = 106864 (1 + 0.035)^{10}$$

$$P_n = 150.743 \text{ jiwa}$$

4. Metode Least Square

Dari data jumlah penduduk tahun 2009-2016, data tahun dijadikan data X dan jumlah penduduk dijadikan Y.

Tabel 19; Penentuan data regresi

No	Tahun	X	Y	X ²	XY
1	2009	1	83.429	1	83.429
2	2010	2	83.167	4	166.334
3	2011	3	85.110	9	255.330

4	2013	4	87.874	16	351.496
5	2014	5	88.389	25	441.945
6	2015	6	89.746	36	538.476
7	2016	7	106.864	49	748.048
Jumlah		28	624.579	140	2.585.058

$$\begin{aligned}
 \text{a.} &= \frac{\sum_{i=1}^n XY - \frac{(\sum_{i=1}^n X)(\sum_{i=1}^n Y)}{N}}{\sum_{i=1}^n X^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X)^2}{N}} \\
 &= \frac{(7)(2.585.058) - (28)(624.579)}{(7)(140) - (28)^2} \\
 &= 3.097,93
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b.} &= \frac{\sum_{i=1}^n X^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X)^2}{N}}{\sum_{i=1}^n XY - \frac{(\sum_{i=1}^n X)(\sum_{i=1}^n Y)}{N}} \\
 &= \frac{\sum_{i=1}^n X^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X)^2}{N}}{\sum_{i=1}^n XY - \frac{(\sum_{i=1}^n X)(\sum_{i=1}^n Y)}{N}}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{(7)(140) - (28)(2.585.058)}{(140)(624.579) - (28)(2.585.058)}$$

$$= 76.833,9$$

Sehingga diperoleh :

$$Y = 3.097,93X + 76.833,9$$

Dimana X adalah tahun proyeksi

Jadi :

Jumlah penduduk tahun 2026 adalah :

$$X = (2026 - 2016) = 10$$

$$Y = 3.097,93(10) + 76.833,9$$

$$= 107.813 \text{ jiwa}$$

5. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Seluruh Masyarakat

Dari hasil perkiraan jumlah penduduk yang terbesar yang ditunjukkan oleh metode Last Square, diperoleh bahwa jumlah penduduk Kabupaten Ende, sampai tahun 2026 sekitar 129.499 jiwa. Standar kebutuhan air untuk setiap orang dengan jumlah 100.000-500.000 jiwa adalah 150 liter/orang/hari (kimpraswil, 2003)

$$\begin{aligned} Q_{2016} &= \text{jumlah penduduk} \times Q(\text{liter/orang/hari}) \\ &= 106.864 \times 150 && \text{liter/orang/hari} \\ &= 16.029,6 && \text{m}^3/\text{orang/hari} \\ &= 0,19 && \text{m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{2026} &= \text{jumlah penduduk} \times Q(\text{liter/orang/hari}) \\ &= 150.743 \times 150 && \text{liter/orang/hari} \\ &= 22.611.450 && \text{liter/orang/hari} \\ &= 22.611,45 && \text{m}^3/\text{orang/hari} \end{aligned}$$

$$= 0,26$$

$$\text{m}^3/\text{detik}$$

6. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Pendidikan

Perkiraan kebutuhan air untuk fasilitas Pendidikan kabupaten ende dapat dihitung sampai tahun 2026 digunakan persamaan,

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

Adapun standar kebutuhan air bersih untuk fasilitas pendidikan adalah 40-50 liter/orang/hari (sularso,2004). Disini diambil 50 liter/orang/hari, maka jumlah siswa dan guru pada tahun 2026 dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 20; Perkiraan jumlah kebutuhan air sarana pendidikan

No	Jenis Sarana	Jumlah Siswa dan guru		Kebutuhan Air (liter/orang/hari)
		2016	2026	
1	TK	3.947	5.565	278.250
2	SD	40.166	56.634	2.831.700
3	SLTP	16.148	22.769	1.138.450
4	SLTA	8.414	11.864	593.200
5	SMK	5.125	7.226	361.300
Total			104.058	5.202.900

Jadi total kebutuhan air bersih untuk fasilitas pendidikan sampai tahun 2026 adalah :

$$= 5.202.900 \text{ liter/orang/hari}$$

$$= 5.202,9 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 0,060 \text{ m}^3/\text{s}$$

7. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Peribadatan

Untuk perkiraan jumlah kebutuhan air pada fasilitas peribadatan, dapat dihitung menggunakan persamaan metode geometri yaitu :

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

$$P_n = P_o(1+0.035)^n$$

Dimana standar kebutuhan air untuk fasilitas peribadatan $2\text{m}^3/\text{unit}/\text{hari}$ atau $2000\text{ l}/\text{unit}/\text{hari}$ (Sularso,2004)

Tabel 21; Perkiraan jumlah kebutuhan air fasilitas peribadatan

No	Jenis Sarana	Jumlah Tempat Ibadah		Kebutuhan air (liter/unit/hari)
		2016	2026	
1	Masjid	106	150	300.000
2	Musholla/langgar	74	105	210.000
3	Gereja	76	108	216.000
4	Pura	3	5	10.000
Total		259	368	736.000

Jadi total kebutuhan air bersih untuk fasilitas peribadatan tahun 2026 adalah :

$$= 736.000 \quad \text{l}/\text{unit}/\text{hari}$$

$$= 736 \quad \text{m}^3/\text{unit}/\text{hari}$$

$$= 0,008 \quad \text{m}^3/\text{detik}$$

8. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Kesehatan

Dengan menggunakan persamaan metode geometri, maka jumlah fasilitas kesehatan di Kabupaten Ende dapat dihitung dengan persamaan,

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

$$P_n = P_o(1+0.035)^n$$

Dimana standar kebutuhan air untuk fasilitas kesehatan $250\text{ l}/\text{tempat tidur}/\text{hari}$ (Sularso, 2014), maka perkiraan kebutuhan air untuk fasilitas kesehatan tahun 2026 dapat dihitung,

Tabel 22; Perkiraan kebutuhan air untuk fasilitas kesehatan

Jenis Sarana	Jumlah tempat Tidur		Kebutuhan air
	2016	2026	

			(liter/tempat tidur/orang)
Rumah Sakit	145	205	51.250
Total	145	205	51.250

Jadi total perkiraan kebutuhan air bersih untuk fasilitas kesehatan tahun 2026 adalah:

$$\begin{aligned}
 &= 51.250 \quad \text{l/tempat tidur/hari} \\
 &= 51,25 \quad \text{m}^3/\text{hari} \\
 &= 0,0006 \quad \text{m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

9. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Perkantoran

Kebutuhan air untuk fasilitas perkantoran ini, dapat diketahui dengan cara mengetahui yang menempati berbagai instansi pemerintahan maupun swasta yang ada di Kabupaten Ende. Berdasarkan data dari Badan pusat Statistik 2017 bahwa jumlah total pegawai dan karyawan pada masing-masing instansi adalah 25.433 orang. Sehingga jumlah pegawai/karyawan sampai tahun 2026 diperkirakan,

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_o(1+0.035)^n \\
 P_n &= 25.433(1.035)^{10} \\
 P_n &= 35.861 \text{ jiwa}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan standar kebutuhan air bersih untuk fasilitas perkantoran adalah 120 liter/pegawai/hari(Sulasrso,2004), maka kebutuhan air bersih sampai tahun 2026 adalah :

$$\begin{aligned}
 &= 35.861 \times 120 \quad \text{liter/pegawai/hari} \\
 &= 4.303.320 \quad \text{liter/pegawai/hari} \\
 &= 4.303 \quad \text{m}^3/\text{hari} \\
 &= 0,05 \quad \text{m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

10. Perhitungan Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Menurut Jumlah Pelanggan

Jumlah pelanggan PDAM Ende sampai dengan Desember 2016 adalah 7.822 jiwa. Srtandar kebutuhan air untuk setiap orang dengan jumlah penduduk antara 100.000-500.000 jiwa adalah 150 liter/orang/hari (Kimpraswil,2003).

Tabel 23; Perkiraan jumlah pelanggan PDAM sampai tahun 2026

No	Daerah Pelayanan	Jumlah pelanggan	
		2016	2026
1	Ende Selatan	2.721	3.837
2	Ende Timur	1.169	1.649
3	Ende Tengah	3.532	4.980
4	Ende Utara	400	564
Total		7.822	11.030

Jadi total perkiraan air bersih untuk pelanggan PDAM Kabupaten Ende menurut daerah pelayanan sampai tahun 2026 adalah :

$$\begin{aligned}
 &= 11.030 \times 150 && \text{liter/orang/hari} \\
 &= 1.654.500 && \text{liter/orang/hari} \\
 &= 1.654,5 && \text{m}^3/\text{hari} \\
 &= 0,02 && \text{m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

11. Analisa Kehilangan Air

Penentuan kehilangan air dilakukan dengan menghitung rata-rata nilai produksi air dikurangi air terjual selama tahun 2011-2015. Rata-rata kehilangan air diperoleh sebesar 29%(ra) dari kebutuhan rata-rata dimana kebutuhan rata-rata adalah jumlah dari kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan non domestik.

Tabel 24; Perkiraan kehilangan air pada tahun 2026

Tahun	Satuan	Debit	Debit	Kehilangan
-------	--------	-------	-------	------------

		kebutuhan air Domestik(Qd)	kebutuhan air non domestik (Qn)	air (Qs)
2026	Liter/hari	22.611.450	10.293.470	9.542.427
	Liter/detik	261.71	119,13	110,44

Tabel 25; Kehilangan air menurut pelanggan PDAM tahun 2026

Tahun	Satuan	Kebutuhan Air (Qp)	Kehilangan Air (Qs)
2026	Liter/hari	1.654.500	479.805
	Liter/detik	19,16	5,56

12. Analisa Kebutuhan Air Total

Analisa kebutuhan air total digunakan untuk mengetahui jumlah kebutuhan air pada tahun yang akan datang. Total kebutuhan air adalah total kebutuhan air baik domestik maupun non domestik ditambah dengan kehilangan air.

Tabel 26; Kebutuhan air masyarakat Kabupaten Ende tahun 2016-2026

Tahun	Debit kebutuhan Air Domestik (Qd)(l/detik)	Debit Kebutuhan Air non Domestik (Qn)(l/detik)	Kehilangan Air (Qa) (l/detik)	Debit Total
2016	185,53	84,45	78,29	348,27
2017	192,03	14,06	59,77	265,86
2018	198,75	90,47	83,87	373,09
2019	205,7	93,63	86,81	386,14
2020	212,9	96,91	89,84	399,65
2021	220,35	100,3	92,99	413,64

2022	228,07	103,81	96,25	428,13
2023	236,05	107,45	99,62	443,12
2024	244,31	111,21	103,10	458,62
2025	252,86	115,1	106,71	474,67
2026	261,71	119,13	110,44	491,28

Tabel 27; Kebutuhan air total menurut pelanggan PDAM

Tahun	Debit Kebutuhan Pelanggan (liter/detik)	Kehilangan Air (liter/detik)	Debit Total (liter/detik)
2016	13,58	3,94	17,52
2017	14,06	4,08	18,13
2018	14,55	4,22	18,77
2019	15,06	4,37	19,42
2020	15,58	4,52	20,10
2021	16,13	4,68	20,81
2022	16,69	4,84	21,53
2023	17,28	5,01	22,29
2024	17,88	5,19	23,07
2025	18,51	5,37	23,88
2026	19,16	5,56	24,71

13. Kebutuhan Total Air Bersih Sampai Tahun 2026

Kebutuhan total air bersih sampai tahun 2026 adalah jumlah keseluruhan kebutuhan air bersih domestik, nondomestik, dan kehilangan air yaitu 491,28 liter/detik.

Berdasarkan data tersebut maka:

Kapasitas air bersih yang dibutuhkan tahun 2026 $Q_{total} = 491,28$ l/s

Kapasitas produksi saat ini $Q_{total} = 70$ l/s

Penambahan debit air $Q_k = 421,28$ l/s

Sedangkan kebutuhan air bersih menurut pelanggan PDAM menurut daerah pelayanannya adalah

Kapasitas air bersih yang dibutuhkan tahun 2026 $Q_{total} = 24,71$ l/s

Kapasitas produksi air bersih saat ini $Q_{total} = 70$ l/s

Sisa debit air $Q_{si} = 45,29$ l/s

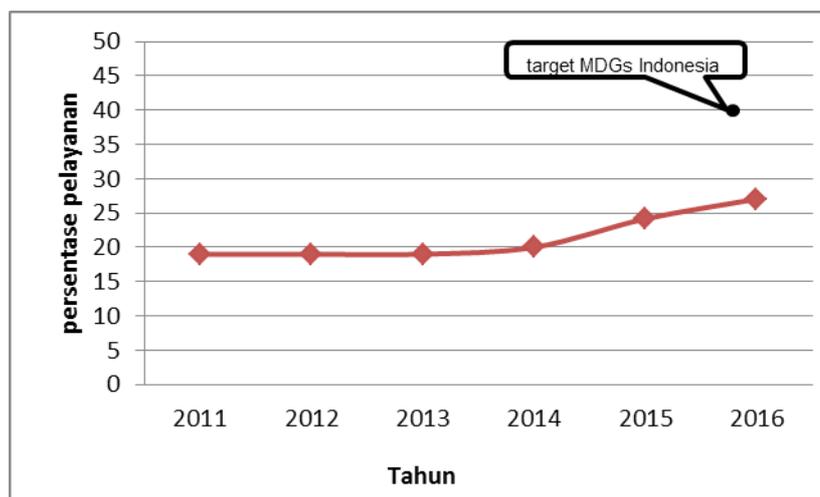
Dengan membandingkan kapasitas air bersih yang di produksi oleh PDAM Kabupaten Ende sebesar 70 l/s. Dengan kebutuhan air bersih masyarakat ditambah dengan pelanggan PDAM sampai tahun 2026, sebesar 516 l/s maka dapat disimpulkan bahwa kemampuan penyediaan air bersih PDAM belum dapat memenuhi kebutuhan penduduk ditambah pelanggan PDAM sampai tahun 2026, dimana masih terdapat kekurangan air sebesar 446 l/s.

C. Capaian Pelayanan Menurut MDGs

No	Tahun	Jumlah	Jumlah	Prosentase
		Penduduk	Terlayani	Pelayanan (%)
1	2011	261.903	49.608	19
2	2012	269.629	50.784	19
3	2013	278.538	52.470	19
4	2014	280.076	56.286	20
5	2015	280.079	74.130	24,15
6	2016	280.079	75.750	27.04

Sumber: PDAM Kabupaten Ende

Seperti uraian pada tabel di atas, capaian pelayanan di Kabupaten Ende menunjukkan peningkatan yang signifikan pada Tahun 2016 sebesar 27.04% atau naik 8.04% dibandingkan Tahun 2011. Bila kenaikan ini dipertahankan linear, maka target MDGs sebesar 40% dapat dicapai. Gambar 19 menunjukkan capaian belum mencapai target RPJM nasional Tahun 2016 (30%)



Gambar 19. Grafik capaian MDGs

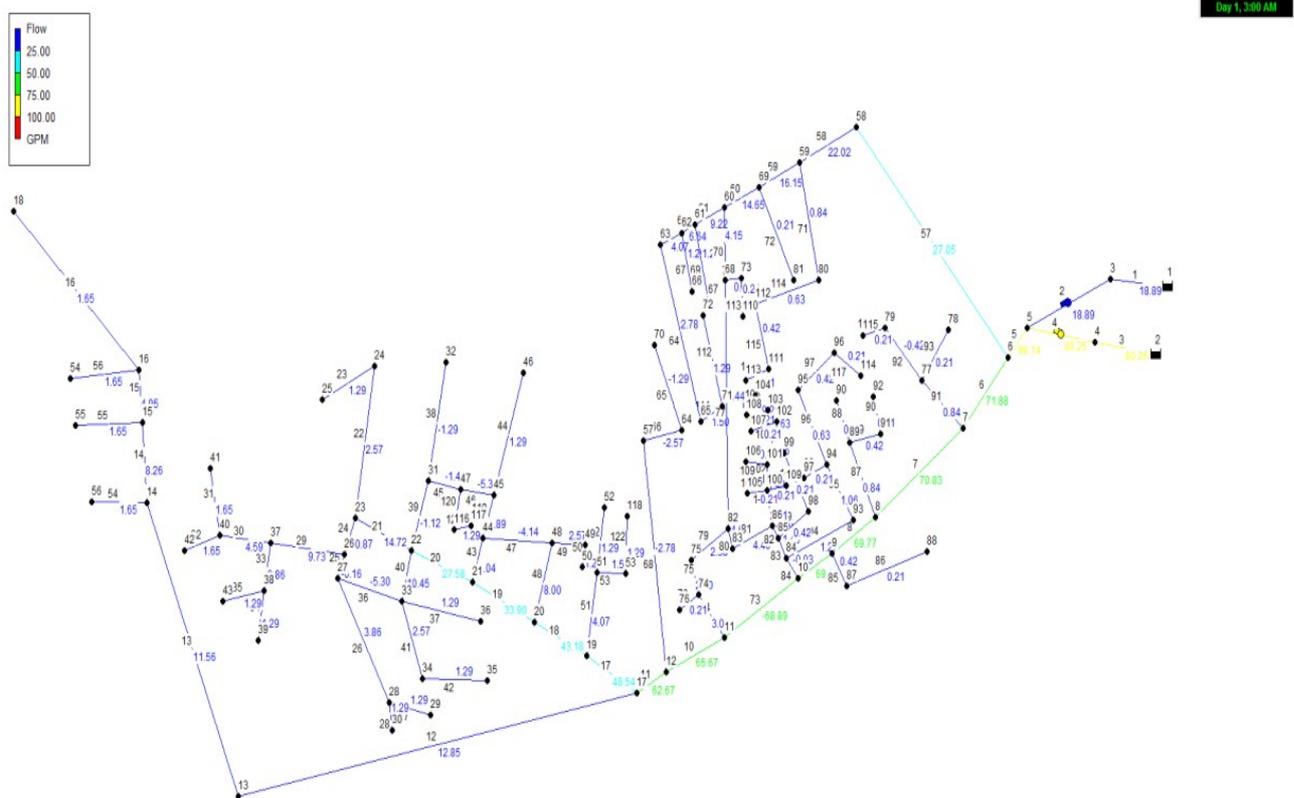
D. Analisis Epanet 2.0 Terhadap Jaringan Eksisting

a. Analisa Simulasi Aliran

Simulasi secara keseluruhan menggambarkan hasil simulasi untuk jaringan perpipaan pada jaringan distribusi yang bersumber dari mata air Wolowona. Dari simulasi jaringan keseluruhan ini diperoleh gambaran secara umum berupa model aliran untuk tiap jam simulasi.

Variasi warna pada *link* menunjukkan besarnya aliran pada masing-masing pipa. Yang mana semakin jauh suatu pipa dari pusat distribusi utama maka alirannya akan semakin kecil. Hal ini disebabkan karena debit aliran tergantung pada kecepatan aliran. Sedangkan kecepatan aliran tergantung pada besarnya *head* air yang dikirim dari *node* sebelumnya. Padahal setiap melewati suatu pipa pasti *head* air akan berkurang, sehingga pada lokasi akhir distribusi pasti akan diperoleh nilai *head* terkecil. Sedangkan pada *junctions*, variasi warna menunjukkan adanya variasi tekanan pada masing-masing *junction*.

Besarnya tekanan pada *junction* juga dipengaruhi oleh *head* air yang dikirim dari sumber utama. Dalam hal ini *tank* sangat berpengaruh terhadap besarnya tekanan air. Pada saat jam *demand* kecil maka *tank* berfungsi untuk menampung air sementara. Sekaligus meningkatkan tekanan air. Dan pada saat *demand* besar yang hingga melebihi kemampuan produksi maka *tank* akan berfungsi sebagai *supplier* yang akan mendistribusikan air sekaligus mendistribusikan tekanan sehingga air tetap sampai dapat pada titik terjauh dalam jaringan.

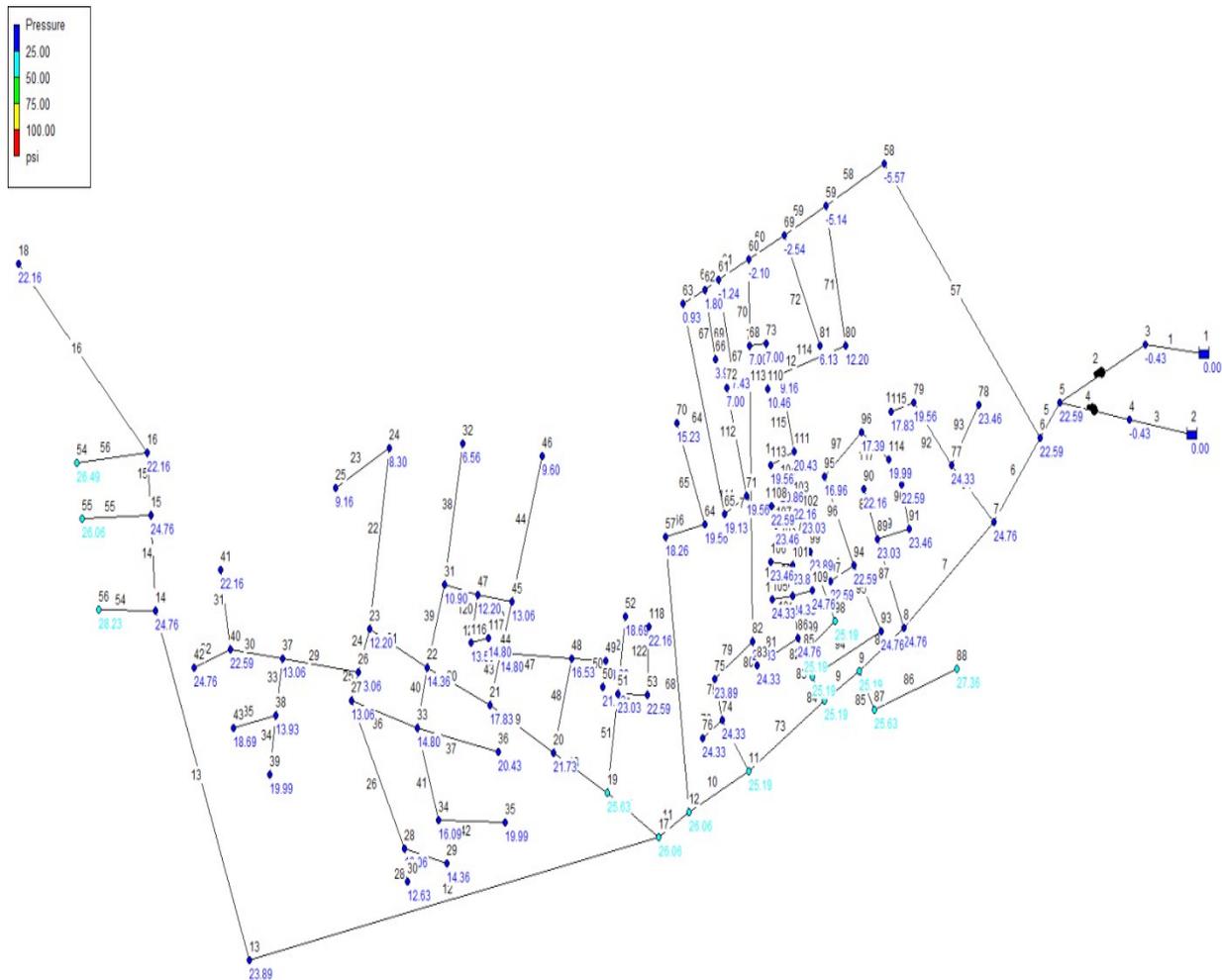


Gambar 20. Kondisi aliran pada jam puncak

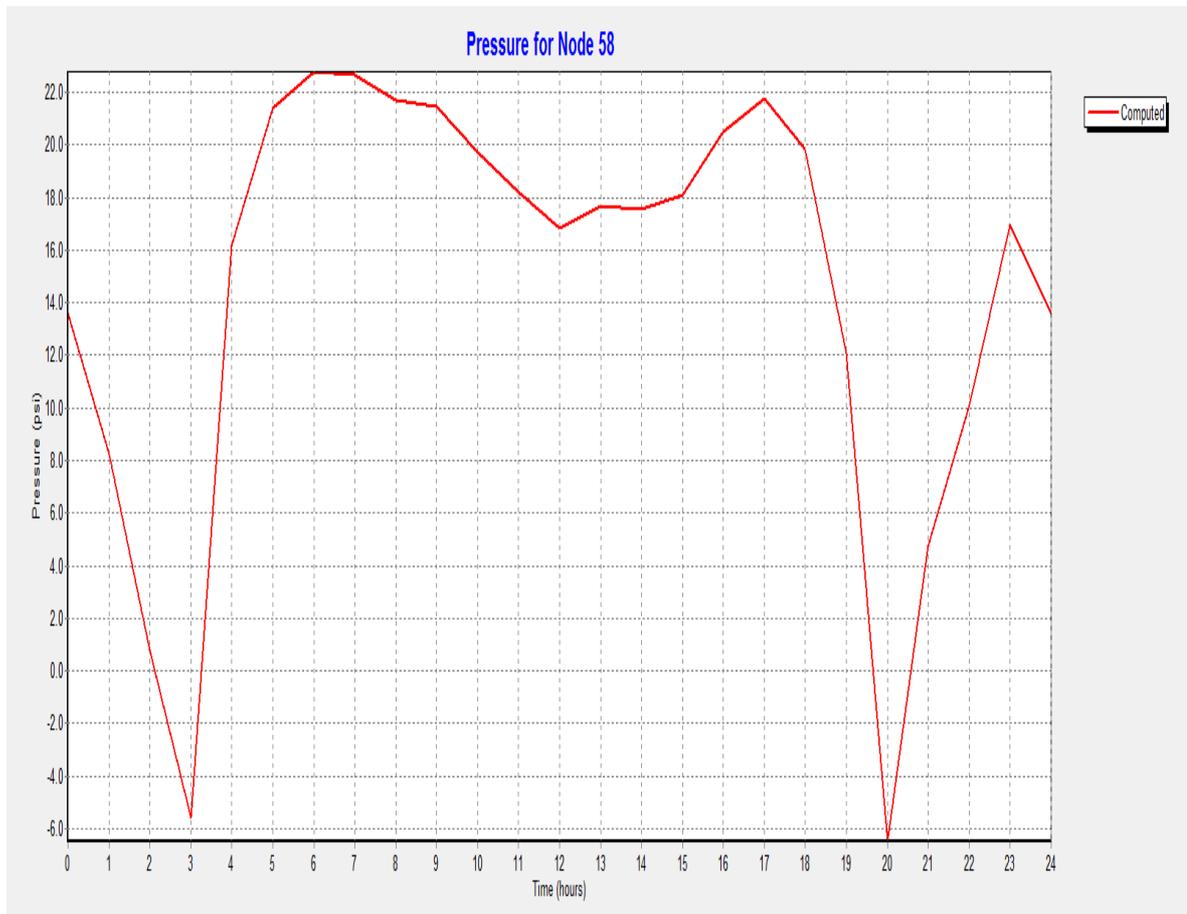
b. *Pressure Pada Jaringan*

Adapun nilai tekanan tertinggi untuk jam puncak berada pada *node* 17. Tekanan yang tinggi pada *node* ini disebabkan oleh letak *node* serta elevasi *node* tersebut. *Node* yang berjarak dekat dengan reservoir memiliki tekanan yang besar disebabkan besarnya *head* pompa distribusi yang terpasang sebesar 89 dan 100 m. Sementara untuk tekanan terendah untuk jam puncak pada *node* 58 dan 59. Tekanan yang rendah pada *node* ini berada pada elevasi ± 90 m. Berikut adalah gambar kondisi pada tiap *node*.

Gambar 21. Simulasi aliran pada jam puncak



Grafik tekanan yang terjadi pada titik 58 yang merupakan terjauh dari sumber. Tekanan yang diterima pada titik 58 ini merupakan tekanan terkecil jika dibandingkan dengan titik-titik lainnya pada jaringan. Tekanan terkecil terjadi pada jam 03.00 yang merupakan jam puncak pemakaian air pada wilayah Kabupaten Ende. Dengan demikian berdasarkan hasil simulasi terhadap jaringan eksisting nilai tekanan di beberapa titik masih dapat mendistribusikan air ke semua pelanggan terkecuali pada titik 58.



Gambar 22. Grafik tekanan pada *node* 58

E. Analisis Jaringan Terhadap SNI 7509-2011

Analisa ini dilakukan untuk membandingkan kondisi eksisting di lapangan dengan standar SNI 7509-2011. SNI 7509-2011 mengatur tentang tata cara perencanaan teknik jaringan distribusi dan unit pelayanan sistem penyediaan air minum. Analisa ini dilakukan untuk mendapatkan persentasi penilaian tingkat kondisi yang dikategorikan sebagai berikut (Sugiyono,2002) yang akan ditunjukkan dengan angka

yaitu : 0%-40% tidak memadai, 40%-60% kurang memadai, 60%-80% cukup memadai, 80%-90% memadai dan 90%-100% sangat memadai. Analisa ini dilakukan dengan membandingkan 3 indikator yaitu ukuran diameter pipa, panjang pipa, dan tekanan minimum yang didapatkan melalui hasil epanet.

Tabel 29; Data penggunaan pipa

No Pipa	Simpul Awal	Akhir	Panjang m	Diameter mm	Jenis Pipa
1	Reservoar	3	8	150	PVC
2	Pompa	5	30	150	PVC
3	Reservoar	4	6	150	PVC
4	Pompa	5	30	150	PVC
5	5	6	3,8	150	PVC
6	6	7	786,8	200	PVC
7	7	8	508	200	PVC
8	8	9	100	200	PVC
9	9	10	150	200	PVC
10	11	12	230	200	PVC
11	12	17	20	200	PVC
12	17	13	2070	100	PVC
13	13	14	410	100	PVC
14	14	15	110	100	PVC
15	15	16	170	100	PVC
16	16	18	380	100	PVC
17	17	19	236	150	PVC
18	19	20	377	150	PVC

Lanjutan Tabel 29

19	20	21	657	150	PVC
20	21	22	190	150	PVC
21	22	23	120	150	PVC
22	23	24	220	150	PVC
23	24	25	60	150	PVC
24	23	26	100	100	PVC
25	26	27	26	100	PVC
26	27	28	316	100	PVC
27	28	29	186	100	PVC
28	28	30	60	100	PVC

29	26	37	113	100	PVC
30	37	40	261	100	PVC
31	40	41	99	50	PVC
32	40	42	88	100	PVC
33	37	38	67,1	75	PVC
34	38	39	256,7	75	PVC
35	38	43	181	50	PVC
36	27	33	128	75	PVC
37	33	36	288	75	PVC
38	32	31	175	100	PVC
39	31	22	205	100	PVC
40	22	33	114	100	PVC
41	33	34	382,3	100	PVC
42	34	35	196,7	75	PVC
43	21	44	132	75	PVC
44	45	46	144	75	PVC
45	31	47	77	75	PVC
46	47	45	79	75	PVC
47	44	48	571	75	PVC
48	20	48	212	75	PVC
49	48	49	247	75	PVC
50	49	50	92	75	PVC
51	19	51	200	75	PVC
52	51	52	165	75	PVC
53	51	53	82,8	50	PVC
54	14	16	280	75	PVC
55	15	55	127	50	PVC
56	16	54	218	50	PVC
57	6	58	775	200	PVC
58	58	59	285	100	PVC
59	59	70	380	100	PVC
60	70	60	90	100	PVC
61	60	61	100	100	PVC
62	61	62	210	100	PVC
63	62	63	160	100	PVC

Lanjutan Tabel 29

64	63	65	830	100	PVC
65	70	64	253	75	PVC
66	64	57	201	75	PVC
67	62	66	110	50	PVC
68	57	12	470	150	PVC
69	61	67	278	75	PVC
70	60	68	341	75	PVC
71	59	80	513	75	PVC
72	69	81	325	50	PVC

73	11	10	150	200	PVC
74	11	74	76,6	75	PVC
75	74	75	26,4	75	PVC
76	74	76	79,4	75	PVC
77	68	85	815	75	PVC
78	68	73	89,3	50	PVC
79	75	82	128	75	PVC
80	82	83	22,7	75	PVC
81	86	100	145	75	PVC
82	86	85	44,8	75	PVC
83	85	84	66,26	75	PVC
84	84	10	0,74	75	PVC
85	9	87	161	75	PVC
86	87	88	362	75	PVC
87	8	89	207	100	PVC
88	89	90	83	100	PVC
89	89	91	107	75	PVC
90	91	92	52	75	PVC
91	7	77	9,45	75	PVC
92	79	77	136,55	75	PVC
93	77	78	329	75	PVC
94	84	93	232	100	PVC
95	93	94	256	100	PVC
96	94	95	280	100	PVC
97	95	96	55	100	PVC
98	94	97	146	75	PVC
99	85	98	96,4	75	PVC
100	98	99	162,6	75	PVC
101	86	100	78	100	PVC
102	100	101	36	100	PVC
103	101	102	68	100	PVC
104	102	103	38	100	PVC
105	103	104	62	100	PVC
106	103	108	144	75	PVC
107	102	107	143	75	PVC
108	105	100	96,2	75	PVC
109	106	101	97,5	75	PVC
110	100	109	83,6	75	PVC
111	65	71	150	100	PVC

Lanjutan Tabel 29

111	65	71	150	100	PVC
112	71	72	520	100	PVC
113	73	110	124,2	50	PVC
114	80	112	404	75	PVC
115	112	111	445	75	PVC
116	111	113	241	75	PVC

117	96	114	63	100	PVC
118	79	115	77	75	PVC
119	44	45	68	75	PVC
120	47	116	77,1	50	PVC
121	116	117	77,9	50	PVC
122	53	118	34	50	PVC

Sumber: PDAM Kabupaten Ende

Tabel 30; Hasil analisis tekanan pada Epanet 2.0

Titik	Tekanan psi	Tekanan mh2o
Junc 3	-0,43	-0,30229
Junc 5	22,59	15,88077
Junc 6	22,59	15,88077
Junc 7	24,76	17,40628
Junc 8	24,76	17,40628
Junc 9	25,19	17,70857
Junc 10	25,19	17,70857
Junc 11	25,19	17,70857
Junc 12	26,06	18,32018
Junc 13	23,89	16,79467
Junc 14	24,76	17,40628
Junc 15	24,76	17,40628
Junc 16	22,16	15,57848
Junc 18	22,16	15,57848
Junc 17	26,06	18,32018
Junc 19	25,63	18,01789
Junc 20	21,73	15,27619
Junc 21	17,83	12,53449
Junc 22	14,36	10,09508
Junc 23	12,2	8,5766

Lanjutan Tabel 30

	Junc 24		8,3	5,8349	
	Junc 25		9,16	6,43948	
	Junc 26		13,06	9,18118	
	Junc 27		13,06	9,18118	
	Junc 28		13,06	9,18118	
	Junc 29		14,36	10,09508	
	Junc 30		12,63	8,87889	
	Junc 31		10,9	7,6627	
	Junc 32		6,56	4,61168	
	Junc 33		14,8	10,4044	
	Junc 34		16,09	11,31127	
	Junc 35		19,99	14,05297	
	Junc 36		20,43	14,36229	
	Junc 37		13,06	9,18118	
	Ju	Junc 66	3,96	2,78388	9
Lanjutan Tabel	Ju	Junc 67	7,43	5,22329	97
	Ju	Junc 68	7	4,921	77
	Ju	Junc 69	-2,54	-1,78562	48
	Ju	Junc 70	15,23	10,70669	07
	Ju	Junc 71	19,56	13,75068	14
	Ju	Junc 72	7	4,921	18
	Ju	Junc 74	24,33	17,10399	8
	Ju	Junc 75	22,99	16,79467	6
	Junc 103	22,16	15,5784	17,10399	59
			8	17,10399	07
	Junc 104	20,86	14,6645	17,10399	19
			8	16,49238	09
	Junc 105	24,33	17,1039	13,75068	07
			9	8,5766	77
	Junc 106	23,46	16,4923	4,30939	47
			8	17,10399	18
	Junc 107	23,46	16,4923	17,10399	69
			8	17,10399	78
	Junc 108	22,59	15,8807	17,70857	71
			7	17,70857	42
	Junc 109	24,76	17,4062	17,40628	13
			8	18,01789	72
	Junc 111	20,43	14,3622	19,23408	4
			9	16,19009	79
	Junc 112	9,16	6,43948	15,57848	68
	Junc 113	19,56	13,7506	16,49238	39
			8	15,88077	
	Junc 114	19,99	14,0529	17,40628	
			7	15,88077	
	Junc 115	17,83	12,5344	11,92288	
			9	12,22517	
	Junc 116	13,5	9,4905	15,88077	
	Junc 117	14,8	10,4044	15,88077	
	Junc 118	22,16	15,5784	17,70857	
			8	16,79467	
	Junc 4	-0,43	-0,30229	17,10399	
	Junc 73	7	4,921	16,79467	
	Junc 110	10,46	7,35338	16,19009	

Lanjutan Tabel

30

hasil analisis dengan membandingkan beberapa indikator dengan SNI 7509-2011 adalah sebagai berikut :

1. Panjang maksimum untuk pipa distribusi adalah 1500 m sedangkan pada pipa no 12 pada tabel 29 masih terdapat panjang pipa yang melebihi standar. Hasil ini menunjukkan kondisi sangat memadai dengan angka persentasi 99% dalam penilaian indikator panjang pipa.
2. Ukuran pipa yang digunakan pada jaringan distribusi masih dalam standar penggunaannya yaitu diameter pipa pembagi minimum 50 mm dan pipa pembawa minimum 100 mm. Dengan penggunaan ukuran yang masih dalam standarnya maka persentase penilaian sebesar 100% menunjukkan kondisi sangat memadai.
3. Menurut SNI 7509-2011 besar tekanan distribusi utama adalah 15 m sedangkan besar tekanan air distribusi pemebagi adalah 11 m. Hasil tekanan yang diperoleh dari analisis epanet 2.0 pada tabel 30 menunjukkan terdapat 19 titik pada jaringan distribusi utama memiliki tekanan kurang dari 15 m sedangkan 27 titik pada jaringan pembagi memiliki tekanan kurang dari 11 m. Hasil persentase yang didapatkan melalui hasil perbandingan dengan standar tekanan adalah sebesar 61 % menunjukkan kondisi yang cukup memadai.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Kinerja sistem pelayanan air bersih yang ada saat ini meliputi indikator
 - a) Kuantitas air
Kapasitas produksi yang ada saat ini adalah 70 l/s, sementara kebutuhan yang diperlukan dengan jumlah penduduk pada tahun 2016 adalah sebesar 190 l/det. Dalam hal ini terlihat bahwa PDAM masih membutuhkan kapasitas produksi yang lebih besar untuk memenuhi kebutuhan penduduk.
 - b) Kontinuitas
Kontinuitas yang diperlukan dalam standar adalah 24 jam. Sementara kondisi di lapangan masih terlihat bahwa adanya jadwal pengaliran air pada setiap wilayah. hal ini membuktikan bahwa pengaliran yang ada saat ini masih diperlukan pengembangan.
2. Faktor yang mempengaruhi sistem distribusi air bersih menurut analisa dengan menggunakan epanet dan analisa menurut SNI 7509-2011 adalah cukup baik meskipun ada beberapa hal yang perlu pengembangan untuk kinerja distribusi yang baik.
3. Kinerja PDAM menurut persepsi masyarakat menyatakan kuantitas air dalam kondisi baik, Kualitas air dalam kondisi sangat baik, kontinuitas air kondisi baik, dan aspek biaya dalam kondisi yang baik.

B. Saran

1. Meningkatkan pelayanan air bersih untuk meningkatkan kepuasan pelanggan baik dari segi teknis yaitu menambah tekanan dan menambah jam pengaliran sehingga masyarakat mendapat kuantitas air bersih yang baik.
2. Perlu adanya pengawasan dalam hal penambahan zat-zat kimia pada musim penghujan pada saat pengolahan air karena adanya pengaruh pada kualitas air yang didistribusikan pada pelanggan.
3. Untuk jangka panjang dapat dilakukan perbaikan atau penggantian aksesoris atau dimensi pipa. Dan juga mulai dipikirkan untuk pengembangan jaringan pipa distribusi.
4. Adanya hubungan yang lebih “ramah” antara pelanggan dan PDAM agar diperoleh komunikasi yang baik sehingga masyarakat puas akan pelayanan PDAM. PDAM juga mendapatkan imbalan jasa yang diberikan untuk lebih meningkatkan kinerjanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D.V. 2007. *Analisa Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih PDAM Kecamatan Banyumanik Perumnas Banyumanik*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Arifuddin. 2013. *Analisa Kapasitas dan Pengembangan Jaringan Pipa Distribusi PDAM Di Wilayah Pesisir Kecamatan Tallo Kota Makassar*. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Arief, M. dan Djufri, H. 2006. *Aplikasi Software Epanet 2.0 pada Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Kota Majene*. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Badan Pusat Statistik (BPS), *Ende Dalam Angka 2011*, Ende, 2011.
- Badan Pusat Statistik (BPS), *Ende Dalam Angka 2012*, Ende, 2012.
- Badan Pusat Statistik (BPS), *Ende Dalam Angka 2013*, Ende, 2013.
- Badan Pusat Statistik (BPS), *Ende Dalam Angka 2014*, Ende, 2014.
- Badan Pusat Statistik (BPS), *Ende Dalam Angka 2015*, Ende, 2015.
- Badan Pusat Statistik (BPS), *Ende Dalam Angka 2016*, Ende, 2016.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011), *SNI 7509:2011 Tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan Distribusi dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum*, Badan Standarisasi Nasional.
- Karunia, T.U. 2013. *Analisa Sistem Distribusi Air Bersih di Perumahan Taman Yasmin Sektor Enam Bogor Jawa Barat*. Institut Pertanian Bogor, Jawa Barat.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

- Kodoatie, Robert, J. *Hidrolika Terapan Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa*, Edisi Revisi.
- Masduqi, A. 2007. *Capaian Pelayanan Air Bersih Perdesaan Sesuai Millennium Development Goals*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Peavy, Howard. 1985. *Environmental Engineering*, McGraw-Hill Publishing Company Ltd.
- Silaban, R.H. 2006. *Studi Pelayanan Air Bersih PDAM di Kecamatan Tamalanrea Kota Makassar*. Universitas Hasanuddin, Makassar
- Sugiyono, 2003. *Statistika untuk Penelitian*.
- Tjiptono, Fandi. 2003. *Prinsip-Prinsip Total Quality Service*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Triadmojo, Bambang. 1993. *Hidrolika I*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Triadmojo, Bambang. 1993. *Hidrolika II*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Triadmojo, Bambang. 1993. *Hidrolika Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.

LAMPIRAN



KUESIONER

NO. KUESIONER

ANALISA KINERJA JARINGAN SISTEM DISTRIBUSI
AIR BERSIH DI KABUPATEN ENDE

Cara Pengisian : isi titik/ beri tanda silang (X) pada jawaban yang anda pilih.

Kuesioner ini bertujuan untuk meminta pendapat anda agar dapat memperoleh data yang akurat yang akan digunakan untuk keperluan penelitian dan semata-mata untuk tujuan ilmiah.

Identitas Responden

- Nama :
- Usia :
- Alamat :

- Jenis Kelamin ?
 - a. Laki-laki
 - b. Perempuan

- Pekerjaan ?
 - a. PNS/POLRI
 - b. Wiraswasta
 - c. Swasta/BUMN/BUMD
 - d. Mahasiswa/pelajar
 - e. Lainnya.....

- Jumlah anggota keluarga/penghuni rumah yang tinggal bersama anda minimal 1 tahun terakhir ?
 - a. 2 orang
 - b. 3-4 orang
 - c. 5-6 orang
 - d. 7-8 orang
 - e. >8 orang

Kuantitas Air

- Berapa banyak rata-rata penggunaan air bersih perbulan ?
 - a. $> 45 \text{ m}^3$
 - b. $21-45 \text{ m}^3$
 - c. $15-20 \text{ m}^3$
 - d. $< 15 \text{ m}^3$

- Bagaimana anda mendapatkan air PDAM agar dapat mengalir ke kamar mandi/ tempat mencuci/ dapur ?
 - a. Tidak dengan pompa air
 - b. Jarang dengan pompa air
 - c. Sering dengan pompa air
 - d. Selalu dengan pompa air

- Untuk memenuhi kebutuhan air bersih anda sekeluarga sehari-hari, apakah masih/pernah menggunakan air bersih selain dari PDAM (misalnya: air sumur, air sungai, dll.)
 - a. Tidak pernah
 - c. Sering

- b. Pernah
- d. Sangat sering

Kualitas Air

- Apakah air yang tiba dirumah anda, ada bau tidak sedap ?
 - a. Tidak ada sama sekali
 - b. Sedikit berbau
 - c. Berbau
 - d. Sangat berbau
- Apakah air bersih PDAM yang tiba di rumah anda, ada rasanya (misalnya: pahit, tawar sepat) ?
 - a. Tidak sama sekali
 - b. Sedikit berasa
 - c. Berasa
 - d. Sangat berasa
- Bagaimana kejernihan air yang baru keluar dari keran rumah ?
 - a. Sangat jernih
 - b. Jernih
 - c. Keruh
 - d. Sangat kotor

Kontinuitas Air

- Dalam hal memperoleh air bersih PDAM, bagaimana jadwal pengaliran air yang anda dapatkan ?
 - a. 7 kali seminggu
 - b. 4 kali seminggu
 - c. 3 kali seminggu
 - d. 2 kali seminggu
- Pada saat jadwal pengaliran, berapa jam air mengalir ke rumah anda?
 - a. >12 jam
 - b. 4 – 10 jam
 - c. 2- 4 jam
 - D. < 2 jam
- Pada musim kemarau, apakah distribusi air dari PDAM tetap lancar ?
 - a. Sangat lancar
 - b. Lancar
 - c. Tidak lancar
 - d. Sangat tidak lancar

Biaya

- Berapa biaya pengeluaran setiap bulan untuk pembayaran rekening PDAM ?
 - a. < Rp. 20.000
 - b. Rp. 20.000 - Rp. 50.000
 - c. Rp. 51.000 - Rp.100.000
 - d. > Rp. 100.000
- Apakah harga yang ditawarkan merupakan harga yang dapat dijangkau ?
 - a. Sangat setuju
 - b. Setuju
 - c. Tidak setuju
 - d. Sangat tidak setuju

Saran-saran yang perlu anda sampaikan tentang kinerja distribusi air bersih yang diharapkan dan dirasakan oleh anda terhadap pelayanan yang diberikan PDAM

.....

.....

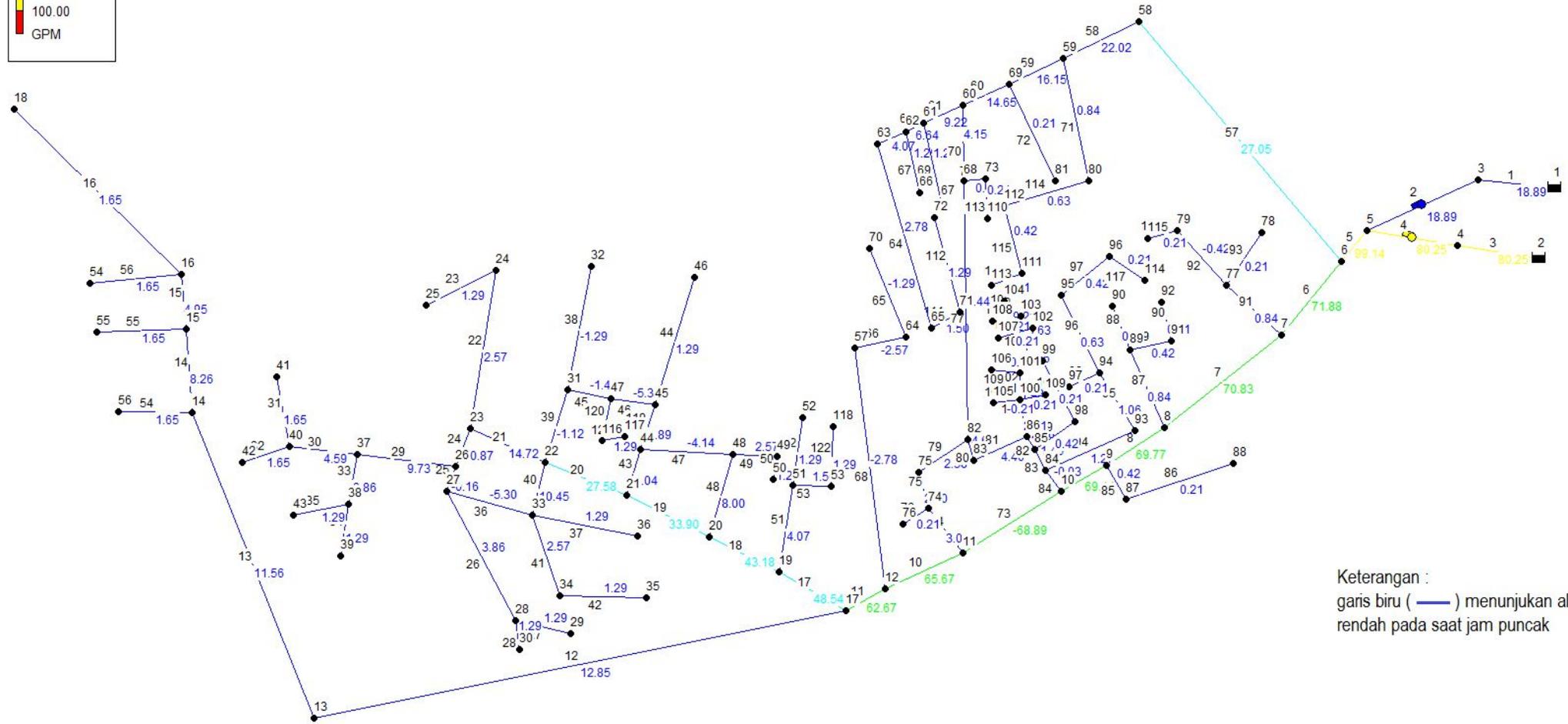
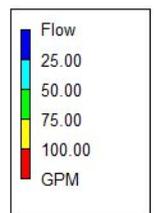
.....

.....

.....

.....

Lampiran C. Kondisi aliran pada saat jam puncak



Keterangan :
garis biru (—) menunjukan aliran rendah pada saat jam puncak