



**PERENCANAAN DAN PENGEMBANGAN SISTEM  
PENYEDIAAN AIR BERSIH PDAM DESA LANGGEN  
KECAMATAN TALANG  
SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka Penyelesaian Studi Strata 1  
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik  
Program Studi Teknik Sipil

Oleh :

**AKHMAD ZULKIFLI  
NPM. 6520600005**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL  
2025**

## LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI

Skripsi yang berjudul "PERENCANAAN DAN PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH PDAM DESA LANGGEN KECAMATAN TALANG".

NAMA PENULIS : AKHMAD ZULKIFLI

NPM : 6540600005

Proposal Skripsi telah disetujui untuk diseminarkan :

Pada Hari : Kamis

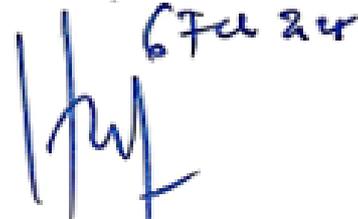
Tanggal : 6 Februari 2025

Pembimbing I



Teguh Haris Santoso, S.T., MT  
NIPY. 2466451973

Pembimbing II



Okky Hendra Hermawan, S.T., M.T  
NIPY. 2461531983

## HALAMAN PENGESAHAN KELULUSAN

Telah dipertahankan dihadapan sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Pada hari : 30/1/25

Tanggal : 11 Februari 2025

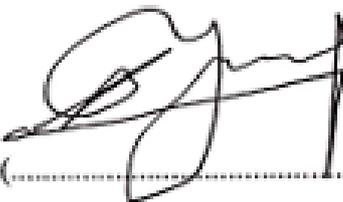
### Ketua Penguji

Ahmad Farid, ST., MT  
NIPY. 191511101978

  
(.....)

### Penguji Utama

Dr. M. Yusuf, MT  
NIPY. 24762061967

  
(.....)

### Penguji 1

Teguh Haris Santoso, ST., MT  
NIPY. 2466451973

  
(.....)

### Penguji 2

Okky Hendra H., ST., MT  
NIPY. 2461531983

  
(.....)

Mengetahui  
Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer



Yusuf Mubowo, ST., MT  
NIPY. 126518101972



## HALAMAN PERNYATAAN

Dalam penulisan skripsi ini saya tidak melakukan penjiplakan. Dengan ini, saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **"PERENCANAAN DAN PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH PDAM DESA LANGGEN KECAMATAN TALANG"** ini dan seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri. Atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan sebagaimana mestinya.

Demikian pernyataan ini untuk dijadikan sebagai pedoman bagi yang berkepentingan dan saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang diberikan kepada saya apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya tulis ini, atau adanya klaim atas karya tulis ini.

Tegal, Senin, 03 Februari 2025



Akhmad Zulkifli  
NPM. 6520600005

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

“KITA DILAHIRKAN UNTUK MENJADI NYATA, BUKAN SEMPURNA”

### **PERSEMBAHAN**

1. Puji syukur Alhamdulillah saya panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan, kesempatan, kemudahan, dan rezeki sehingga skripsi ini bisa diselesaikan.
2. Kedua Orang Tua saya, Bapak H. Sayipudin dan Ibu Khunaenah
3. Kepada istri saya, Ikhtiar Nurani, S.H
4. Kedua adik saya
5. Kepada Dosen Pembimbing, Bapak Teguh Haris Santoso, ST., MT, dan Bapak Okky Hendra Hermawan, ST., MT
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Universitas Pancasakti Tegal, terimakasih atas ilmu yang telah diberikan selama masa perkuliahan.

## **KATA PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puja dan puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan petunjuk, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Perencanaan dan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih PDAM Desa langgen, Kecamatan Talang” . Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi strata satu Program Studi Teknik Sipil.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Agus Wibowo, ST. MT. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
2. Bapak Teguh Haris Santoso, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Bapak Okky Hendra Hermawan, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II.
4. Segenap Dosen dan Staf Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal
5. Bapak dan ibuku yang tak pernah lelah mendoakanku.
6. Istri saya yang senantiasa memberikan semangat dan do’a.
7. Semua pihak yang telah membantu hingga laporan ini selesai, semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mendapat balasan yang sesuai dari Allah SWT.

Penulis telah mencoba membuat laporan sebaik, namun demikian penulis menyadari terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, oleh karena itu penulis mohon kritik dan saran sebagai pembangun agar dapat tercapai penyusunan skripsi yang lebih baik lagi. Harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin...

## ABSTRAK

Akhmad Zulkifli, 2025 **“PERENCANAAN DAN PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH PDAM DI DESA LANGGENG, TALANG”**. Laporan Skripsi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal 2025.

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia yang dibutuhkan secara berkelanjutan. Pengguna air bersih sangat penting untuk konsumsi rumah tangga, kebutuhan industri dan tempat umum. Saat ini masalah penyediaan air bersih menjadi perhatian khusus baik bagi negara-negara maju maupun negara-negara yang sedang berkembang. standar Dirjen Cipta Karya.

Sebagian besar penduduk Desa Langgen Kecamatan Talang Kabupaten Tegal memenuhi kebutuhan air bersih dengan memanfaatkan air tanah dangkal yang sudah tercemar limbah besi. Pemanfaatan air tanah dangkal dengan sumur gali yang ada sekarang ini kualitas, kuantitas dan kontinuitasnya sering berubah-ubah. Untuk selalu menjaga kualitas, kuantitas dan kualitas air yang digunakan, maka dipilih pengambilan air dan sumber yang telah memenuhi syarat standar air bersih sesuai dengan Ketentuan Umum Permenkes No. 492/Menkes/PER/IV/2010 tentang air bersih. Untuk pendistribusian air ke konsumen, perlu diwujudkan sistem penyediaan air bersih perpipaan yang selama ini belum ada.

Air minum yang ideal seharusnya jernih, tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau. Air minum juga harus tidak mengandung kuman patogen. Tidak mengandung zat kimia yang dapat mengubah fungsi tubuh, tidak dapat diterima secara estetis dan dapat merugikan secara ekonomis. Atas dasar pemikiran tersebut, maka dibuat standar air minum yaitu suatu peraturan yang memberikan petunjuk tentang konsentrasi berbagai parameter yang sebaiknya diperbolehkan ada pada air minum agar tujuan pengolahan air bersih dapat tercapai.

Sesuai dengan masalah yang akan diteliti. penelitian ini menggunakan metode deskriptif yang merupakan analisa fenomena atau kejadian pada masa lampau dan bertujuan untuk mengevaluasi kondisi pada periode tertentu sebagai dasar perencanaan untuk masa mendatang berdasarkan data yang dikumpulkan sesuai dengan tujuannya berdasarkan analisa secara teoritis dan empiris yang kemudian ditarik kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan.

Hasil penelitian dengan simulasi Epanet 2.0 menunjukkan bahwa sistem jaringan air bersih yang sesuai dengan daerah perencanaan penyediaan air bersih adalah menggunakan pipa distribusi dengan diameter antara 50 – 300 mm dengan hasil distribusi 6.450 meter. Berdasarkan perhitungan perhitungan rencana anggaran biaya untuk masing – masing kebutuhan perencanaan, dapat diperoleh rekapitulasi anggaran biaya untuk perencanaan sistem jaringan perpipaan air bersih untuk Kecamatan Talang di wilayah Desa Langgen dengan total anggaran biaya penyediaan kurang lebih sebesar Rp 10.609.178.000,00.

Kata kunci : air bersih, pipa, system penyediaan

## **ABSTRACT**

Akhmad Zulkifli, 2025 **“PLANNING AND DEVELOPMENT OF CLEAN WATER SUPPLY SYSTEM’S PDAM IN LANGGEN VILLAGE, TALANG DISTRICT”** Civil Engineering Thesis Report, Faculty of Engineering and Computer Science, University of Pancasakti Tegal, 2025.

*Clean water is one of the basic human needs that is needed on an ongoing basis. Clean water users are very important for household consumption, industrial needs and public places. Currently, the problem of providing clean water is of particular concern to both developed and developing countries, standards of the Director General of Human Settlement.*

*Most of residents of Langgen Village, Talang District, Tegal Regency meet their clean water needs by utilizing shallow groundwater that has been contaminated with iron waste. Currently, the quality, quantity, and continuity of shallow groundwater utilization with dug wells often changes. To always maintain the quality, quantity, and quality of the water used, water sources that meet the clean water standard requirements are selected in accordance with the General Provisions of Minister of Health Regulation Number 492/Menkes/PER/IV/2010 concerning clean water. To distribute water to consumers, it is necessary to create a piped clean water supply system which does not yet exist.*

*Ideal drinking water should be clear, colorless, tasteless and odorless. Drinking water must also not contain pathogenic germs. Does not contain chemicals that can change body function are aesthetically unacceptable and can be economically detrimental. Based on this idea, drinking water standards were created, namely a regulation that provides guidance on the concentrations of various parameters that should be allowed to be present in drinking waters that the goal of clean water treatment can be achieved.*

*In accordance with the problem to be studied, this research uses a descriptive method which is an analysis of phenomena or events in the past and aims to evaluate conditions in a certain period as a basis for planning for the future based on data collected in accordance with the objectives based on theoretical and empirical analysis and then conclusions are drawn from the results of the analysis that has been carried out.*

*The results of research using the Epanet 2.0 simulation show that the clean water network system that is suitable for the clean water supply planning area is to use distribution pipes with a diameter of between 50 – 300 mm with a distribution output of 6.450 meters. Based on the calculated cost budget calculations for each planning need, a recapitulation of the cost budget for planning a clean water piping network system for Talang District, Langgen Village area can be obtained with a total provision cost budget of approximately IDR 10,609,178,000.00.*

*Keywords : clean water, pipes, supply system*

## **DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah .....	3
D. Tujuan Penelitian .....	4
E. Manfaat Penelitian .....	4
F. Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
A. Landasan Teori.....	6
B. Tinjauan Pustaka .....	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>44</b>
A. Metode Penelitian.....	44
B. Waktu dan Tempat Penelitian .....	44
C. Instrument Penelitian .....	45
D. Metode Pengumpulan Data .....	49
E. Metode Analisis Data.....	52
F. Tahapan Penelitian .....	54
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>58</b>

A. Hasil Penelitian .....	58
B. Pembahasan .....	67
1. Proyeksi Penduduk.....	67
2. Perhitungan Kebutuhan Air.....	73
3. System Pengaliran air bersih.....	84
4. Perencanaan Jaringan Pipa Distribusi .....	89
5. Perhitungan Biaya .....	96
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>125</b>
A. Kesimpulan .....	125
B. Saran.....	126
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>127</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Kebutuhan Air Bersih.....	11
--	----

Tabel 2.2 Kriteria Perencanaan Air Bersih .....	17
Tabel 2.3 Koefisien kehilangan tinggi tekan berdasarkan perubahan bentuk (K) 39	
Tabel 3.1 Data Primer .....	50
Tabel 3.2 Data Sekunder .....	52
Tabel 4.1 Pertumbuhan Penduduk Desa Langgen Tiga Tahun terakhir .....	58
Tabel 4.2 Pola Pemakaian Air.....	61
Tabel 4.3 Data Node, Elevasi Tiap Node, dan Jarak Node.....	66
Tabel 4.4 Pertumbuhan Penduduk Desa Langgen .....	68
Tabel 4.5 Rencana Tingkat Pelayanan Tiap Perode Perencanaan .....	70
Tabel 4.6 Kriteria Perencanaan Sektor Air Bersih.....	71
Tabel 4.7 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih .....	82
Tabel 4.8 Perhitungan Kebutuhan Air Non Domestik.....	83
Tabel 4.9 Rekapitulasi Kebutuhan Air Rata-Rata.....	84
Tabel 4.10 Perhitungan Volume Fluktuaktif Reservoir.....	87
Tabel 4.11 Rencana Diameter Pipa Distribusi .....	93
Tabel 4.12 Rekapitulasi Hasil Analisis Hidrolis .....	95
Tabel 4.13 Rekapitulasi Hasil Perencanaan Diameter Pipa.....	95
Tabel 4.14 Kebutuhan Pipa.....	97
Tabel 4.15 Kebutuhan Aksesoris Pipa .....	97
Tabel 4.16 Lebar dan Kedalaman Galian Penanaman Pipa .....	99
Tabel 4.17 Penanaman Pipa per Meter .....	100
Tabel 4.18 Analisis Harga Satuan Pipa.....	102
Tabel 4.19 RAB Pengadaan Pipa .....	104
Tabel 4.20 RAB Pemasangan Pipa .....	104
Tabel 4.21 RAB Aksesoris Pipa.....	105
Tabel 4.22 Analisis Harga Satuan Pekerjaan <i>Chamber</i> Meter Induk .....	108

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Pengaliran Gravitasi .....	20
Gambar 2. 2 Sistem Pengaliran Perpompaan.....	21
Gambar 2. 3 Sistem Pengaliran Gabungan .....	21
Gambar 2. 4 Sistem Branch .....	23
Gambar 2. 5 Sistem Loop.....	25
Gambar 2. 6 Sistem Gabungan.....	26
Gambar 2. 7 Pipa ACP .....	28
Gambar 2. 8 Pipa PVC .....	29
Gambar 2. 9 Pipa Ductile.....	30
Gambar 2. 10 Pipa Baja .....	31
Gambar 2. 11 Pressure Reducing Valve .....	32
Gambar 2. 12 Katu Sekat (Gate Valve) .....	32
Gambar 2. 13 Check Valve .....	34
Gambar 2. 14 Meter air .....	34
Gambar 2. 15 Air Valve .....	34
Gambar 2. 16 Alat Pengukur Tekanan (Manometer).....	35
Gambar 2. 17 Kontinuitas pengaliran dalam pipa.....	36
Gambar 2. 18 Garis tenaga dan tekanan.....	36
Gambar 3. 1 Peta Desa Langgen .....	45
Gambar 3. 2 Meteran Gulung.....	47
Gambar 3. 3 Meteran Dorong .....	47
Gambar 3. 4 GPS Garmin Montana 680.....	48
Gambar 3. 5 Stopwatch.....	48
Gambar 3. 6 Diagram Alir Penelitian .....	57
Gambar 4.1 Gragik Pola Pemakaian Air.....	62
Gambar 4.2 Rencana Jaringan Pipa Distribusi Utama.....	64
Gambar 4.3 Rencana Jaringan Pipa Distribusi Layanan .....	65
Gambar 4.4 Grafik Kecepatan Saat jam Puncak.....	91

Gambar 4.5 Grafik Tekanan Saat Jam Puncak.....	91
Gambar 4.6 Grafik <i>Countour Plot Pressure</i> Saat Jam Puncak .....	92
Gambar 4.7 Tipikal Penanaman Pipa.....	99
Gambar 4.8 Tipikal <i>Chamber Meter</i> Induk.....	106
Gambar 4.9 Tipikal Jembatan Pipa .....	113

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia yang dibutuhkan secara berkelanjutan. Pengguna air bersih sangat penting untuk konsumsi rumah tangga, kebutuhan industri dan tempat umum. Karena pentingnya kebutuhan akan air bersih, maka adalah hal yang wajar jika sektor air minum mendapat prioritas penanganan utama karena menyangkut azas kehidupan orang banyak.

Pemenuhan kebutuhan air bersih sangat tergantung pada ketersediaan sumber air bersih yang diantaranya dapat diperoleh dari air tanah dan air permukaan yaitu dapat disediakan dari sungai, Mata air, Bendung dan Waduk/Embung. Mengingat air bersih merupakan kebutuhan yang tidak terbatas dan berkelanjutan yang harus terpenuhi setiap saat, tidak hanya menyangkut debit yang cukup tetapi secara kualitas memenuhi standar yang berlaku dan secara kuantitas maupun kontinuitas harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat yang dilayani.

Saat ini masalah penyediaan air bersih menjadi perhatian khusus baik bagi negara-negara maju maupun negara-negara yang sedang berkembang. Indonesia sebagaimana hal negara berkembang lain tidak luput dari permasalahan penyediaan air bersih bagi masyarakatnya. Salah satu masalah pokok yang dihadapi adalah kurang tersedianya sumber air bersih, belum

meratanya pelayanan penyediaan air bersih terutama daerah-daerah pedesaan dan sumber air bersih yang ada belum dapat dimanfaatkan secara maksimal.

Selain itu, permasalahan prioritas lainnya adalah pendistribusian air bersih bagi seluruh masyarakat desa dengan pembagian yang merata dan dapat berjalan dengan baik dalam jangka waktu yang panjang. Meskipun saat ini mayoritas warga sudah bisa menikmati air bersih dengan sarana prasarana yang disediakan oleh masing-masing warga seperti jalur perpipaan. Pendistribusian air bersih harus mengacu pada kriteria volume air bersih yang diterima setiap warga memenuhi kebutuhan air berdasarkan standar SNI (BSN 2005,2002). Hal ini berkaitan erat dengan jalur perpipaan yang akan dibangun disesuaikan dengan kondisi geografi dan topografi wilayah tersebut.

Dipilihnya perancangan jaringan pipa distribusi air bersih pada Desa Langgen Kecamatan Talang Kabupaten Tegal, karena di desa tersebut belum terdapat sistem penyediaan air bersih perpipaan yang sesuai dengan standar Dirjen Cipta Karya. Sebagian besar penduduk Desa Langgen Kecamatan Talang Kabupaten Tegal memenuhi kebutuhan air bersih dengan memanfaatkan air tanah dangkal yang sudah tercemar limbah besi. Pemanfaatan air tanah dangkal dengan sumur gali yang ada sekarang ini kualitas, kuantitas dan kontinuitasnya sering berubah-ubah. Untuk selalu menjaga kualitas, kuantitas dan kualitas air yang digunakan, maka dipilih pengambilan air dan sumber yang telah memenuhi syarat standar air bersih sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 429/Menkes/PER/IV/2010

tentang air bersih. Untuk pendistribusian air ke konsumen, perlu diwujudkan sistem penyediaan air bersih perpipaan yang selama ini belum ada.

## **B. Batasan Masalah**

Agar tidak terjadi perluasan pada lingkup pembahasan, maka perlu adanya batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Lingkup wilayah perencanaan adalah Desa Langgen Kecamatan Talang Kabupaten Tegal.
2. Sumber air baku dari mata air Banyumudal, Serang & Suci.
3. Perencanaan jaringan perpipaan khusus pipa utama, yaitu pipa Jaringan Distribusi Utama (JDU) dan pipa Jatingan Distribusi Bagi (JDB).

## **C. Rumusan Masalah**

Dari latar belakang masalah tersebut di atas dapat dirumuskan menjadi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Berapa kebutuhan air bersih untuk Desa Langgen Kecamatan Talang Kabupaten Tegal?
2. Bagaimana sistem jaringan pipa air bersih yang sesuai untuk Desa Langgen Kecamatan Talang Kabupaten Tegal?
3. Berapa Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk pengembangan sistem jaringan pipa air bersih di Desa Langgen Kecamatan Talang Kabupaten Tegal?

#### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kebutuhan air bersih untuk Desa Langgen Kecamatan Talang Kabupaten Tegal.
2. Untuk mengetahui sistem jaringan pipa air bersih yang sesuai untuk Desa Langgen Kecamatan Talang Kabupaten Tegal.
3. Untuk mengetahui rencana anggaran biaya untuk sistem jaringan pipa air bersih di Desa Langgen Kecamatan Talang Kabupaten Tegal.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat memberikan masukan bagi pihak terkait yaitu PDAM Kabupaten Tegal dalam perencanaan pengembangan sistem penyediaan air bersih di Desa Langgen Kecamatan Talang Kabupaten Tegal, sehingga pelayanan menyediakan air bersih bagi masyarakat berfungsi secara optimal.

#### **F. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam penelitian ini, disusun sebagai berikut:

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang masalah, permasalahan, pembatasan masalah, tujuan dan manfaat penulisan, serta sistematika penulisan.

##### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan tentang data, informasi dan teori atau peraturan yang relevan, yang dapat digunakan sebagai dasar terhadap beberapa rumusan masalah atau perencanaan yang diajukan.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan variabel penelitian, metode pengumpulan data, tempat penelitian, dan prosedur analisis data.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menguraikan tentang perhitunga-perhitungan analisa pertumbuhan penduduk, proyeksi jumlah penduduk, kebutuhan air (domestik dan non domestik), dan hidrolis pengaliran.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan beberapa kesimpulan serta saran dari hasil penelitian.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. LANDASAN TEORI**

Menurut Undang - Undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, Air merupakan semua air yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini, air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat. Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kualitas baku mutu air minum dan dapat langsung diminum.

Pada manusia, air selain sebagai konsumsi makan dan bersih juga diperlukan untuk keperluan pertanian, industri dan kegiatan lain. Dengan perkembangan peradaban dan zaman serta semakin banyaknya penduduk, akan menambah aktifitas kehidupannya. Hal ini berarti pula akan menambah kebutuhan air bersih. ( Sumber : Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Ditjen Pengelolaan Sumber Daya Air terpadu)

#### **1. Standar Kualitas Air Baku**

Air minum yang ideal seharusnya jernih, tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau. Air minum juga harus tidak mengandung kuman patogen. Tidak mengandung zat kimia yang dapat mengubah fungsi tubuh, tidak dapat diterima secara estetis dan dapat merugikan secara ekonomis. Air juga seharusnya tidak korosif, tidak meninggalkan endapan pada seluruh jaringan distribusi yang ada.

Atas dasar pemikiran tersebut, maka dibuat standar air minum yaitu suatu peraturan yang memberikan petunjuk tentang konsentrasi berbagai parameter yang sebaiknya diperbolehkan ada pada air minum agar tujuan pengolahan air bersih dapat tercapai. Standar tersebut akan berbeda untuk tiap negara, tergantung pada keadaan sosial kultural termasuk kemajuan teknologinya. Parameter - parameter air minum yang berlaku adalah sebagai berikut :

a. Parameter Fisik

Parameter fisik yang harus diketahui untuk sumber air yang akan dijadikan air bersih atau untuk pengolahan selanjutnya adalah meliputi:

- Bau

Air minum yang berbau selain tidak estetik juga tidak akan disukai oleh masyarakat. Bau air dapat menunjukkan awal dari kualitas air.

- Jumlah zat padat terlarut (TDS)

TDS umumnya terdiri dari zat organik, garam organik, garam anorganik dan gas terlarut. Bila TDS bertambah maka kesadahan akan naik pula. Efeknya terhadap kesehatan tergantung pada senyawa kimia penyebab masalah tersebut.

- Kekeruhan

Disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang sifatnya organik maupun anorganik.

- Rasa

Air minum tidak memiliki rasa/tawar, sehingga air yang tidak tawar dapat menunjukkan adanya kandungan berbagai zat yang berbahaya bagi kesehatan.

- Suhu

Suhu air sebaiknya sejuk atau tidak panas, terutama agar tidak terjadi pelarutan zat kimia yang terdapat dalam pipa/saluran.

- Warna

Warna pada air disebabkan adanya tanin atau asam humat dan keberadaannya secara alamiah di alam. Karena itu air minum sebaiknya tidak berwarna

b. Parameter Kimia

Selain parameter fisis tersebut diatas, yang tidak kalah penting adalah melakukan penelitian terhadap kandungan kimia air sumber yang akan dijadikan sumber air bersih untuk pengolahan selanjutnya. Parameter kimia tersebut diantaranya meliputi:

- Kimia Anorganik

Parameter kimia anorganik meliputi antara lain : Air Raksa (Hg), Aluminium (Al), Arsen (As), Barium (Ba), Besi atau Ferrum (Fe), Flourida (F), Cadmium (Cd), Kesadahan, Khlorida (Cl), Mangan (Mn), dan pH (derajat keasaman).

- Kimia Organik

Parameter kimia organik meliputi : Zat Organik, Detergen, Chloroform (CHCl<sub>3</sub>), serta parameter mikrobiologis.

## **2. Distribusi Air**

Sistem pengaliran dalam jaringan distribusi dibagi sebagai berikut:

### a. Sistem Gravitasi

Sistem ini memanfaatkan Sistem Gravitasi adalah sistem pengaliran air dari sumber ke tempat reservoir dengan cara memanfaatkan energi potensial gravitasi yang dimiliki air akibat perbedaan ketinggian lokasi sumber dengan lokasi reservoir.

### b. Sistem Pompa

Sistem jenis ini sistem pompa pada prinsipnya adalah menambah energi pada aliran sehingga dapat mencapai tempat yang lebih tinggi. Hal ini dengan pertimbangan. Bahwa antara lokasi distribusi dan lokasi sumber tidak mempunyai perbedaan ketinggian yang cukup untuk mengalirkan air.

### c. Sistem Gabungan

Sistem gabungan yaitu sistem pengaliran air dari sumber ketempat reservoir atau lokasi distribusi dengan cara menggabungkan dua sistem transmisi yaitu sistem pompa dan sistem gravitasi secara bersama-sama

## **3. Penggunaan Sumber Air Baku**

Masing-masing jenis sumber air yang digunakan sebagai sumber air baku untuk air minum/bersih mempertimbangkan 3 (tiga) faktor yaitu kuantitas, kualitas dan kontinuitas. Sampai saat ini penggunaan sumber air permukaan lebih dominan daripada sumber air hujan ataupun air tanah. Seperti halnya di

Indonesia yang memiliki iklim dan kondisi geografis, dimana air permukaan dari sungai, danau, telaga banyak dijumpai.

- a. Mata Air merupakan sumber air yang sangat potensial karena pada umumnya berkualitas baik, terlebih dapat dialirkan ke sistem penampung secara gravitasi. Hanya saja keberadaannya dari waktu ke waktu semakin mengecil, baik ditinjau dari jumlah maupun debitnya. Hal ini tidak terlepas dari berkurangnya “Catchment Area” akibat kegiatan manusia. Pada masa mendatang, jika konservasi lingkungan hutan tidak dilakukan, maka pemanfaatan jenis sumber air ini semakin menurun.
- b. Air Tanah, terlebih yang terletak pada lapisan akuifer tidak bebas, yang imbuhan nya berasal dari catchment area di daerah hulu. Meskipun demikian, jenis sumber air ini pada umumnya masih dapat dikembangkan, terutama untuk dataran rendah sampai sedang dengan pertimbangan kuantitas yang memadai dan kualitas air yang baik, dan relatif tidak terpengaruh musim (air tanah dalam).
- c. Air sungai merupakan alternatif sumber air yang paling mudah diperoleh karena terletak dekat dengan permukiman masyarakat, hanya saja ditinjau dari segi kuantitas berfluktuasi tinggi, sedangkan dari segi kualitas tidak memenuhi syarat untuk digunakan sebagai air bersih tanpa proses pengolahan yang memadai. Pada saat ini berbagai upaya telah dilakukan untuk mempertahankan debit air sungai, terutama dengan pembangunan waduk. Dengan kondisi saat ini dan penambahan kebutuhan air ke depan, jenis sumber air ini akan semakin banyak dimanfaatkan untuk

pengembangan ke depan, tetapi memerlukan biaya investasi dan operasional yang tinggi karena kebutuhan pengolahannya.

- d. Dengan pertimbangan kondisi sumber daya air saat ini dan kendala/permasalahan yang ada, seperti yang telah diuraikan sebelumnya, maka potensi sumber daya air sebagai air baku perlu dimanfaatkan dan dikelola secara bijaksana agar pada masa mendatang tidak menjadi hambatan bagi penyedia layanan atau pemerintah untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat.

#### 4. Kebutuhan Air Bersih

Tabel 2. 1 Kriteria Kebutuhan Air Bersih

No	Parameter	Kota			
		Metro	Besar	Sedang	Kecil
1	Kebutuhan Domestik (tingkat pemakaian air):				
	* Sambungan Rumah (lt/org/hari)	190	170	150	130
	* Kran Umum (lt/org/hari)	30	30	30	30
2	Kebutuhan Non Domestik :				
	* Industri (lt/det/ha)				
	- Berat	0.50 - 1.00			
	- Sedang	0.25 - 0.50			
	- Ringan	0.15 - 0.25			
	* Komersial (lt/det/ha)				
	- Pasar	0.10 - 1.00			

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hotel (lt/kamar/hari)</li> <li>- Lokal 400</li> <li>- Internasional 1000</li> <li>-Rumah Makan (lt/tempat duduk/hari) 100</li> <li>* Sosial dan Institusi</li> <li>- Universitas (lt/siswa/hari) 20</li> <li>- Sekolah (lt/siswa/hari) 15</li> <li>- Masjid (m3/hari/unit) 1.00 - 2.00</li> <li>- Rumah Sakit (lt/hari) 400</li> <li>- Puskesmas (m3/hari/unit) 1.00 - 2.00</li> <li>- Kantor (lt/pegawai/hari) 10</li> <li>- Militer (m3/hari/unit) 10</li> </ul>	
3	Kebutuhan Air Rata-rata	Kebutuhan Domestik + Non Domestik
4	Kebutuhan Air Maksimum	Kebutuhan Rata 1.2) -rata x (1.15 - (Faktor Kehilangan Jam Maksimum)
5	Kehilangan Air: * Kota Metro dan Besar * Kota Sedang dan Kecil	25% x Kebutuhan Rata-rata 30% x Kebutuhan Rata-rata
6	Kebutuhan Jam Puncak	Kebutuhan Rata-rata x Jam Puncak (156% - 200%)

a. Kebutuhan Air Domestik

Kodoatie dan Sjarief (2005), kebutuhan air domestik sangat ditentukan oleh jumlah penduduk dan konsumsi perkapita. Kecendrungan populasi dipakai sebagai dasar perhitungan kebutuhan air domestik terutama dalam penentuan kecendrungan laju pertumbuhan (Growth Rate Trends).

Kodoatie dan Sjarief (2005), estimasi populasi untuk masa yang akan datang merupakan salah satu parameter utama dalam penentuan kebutuhan air domestik. Untuk penentuan penyambungan di masa yang akan datang maka laju penyambungan yang ada saat ini juga dipakai sebagai parameter untuk dasar analisis.

b. Kehilangan atau Kebocoran Air

Kodoatie dan Sjarief (2005), ada dua jenis kehilangan air pada sistem distribusi air bersih:

- Kehilangan akibat faktor teknis
  - 1) Kebocoran pipa,
  - 2) Reservoir yang melimpas keluar,
  - 3) Penguapan
  - 4) Pemadam kebakaran,
  - 5) Meter air yang dipasang pada konsumen kurang baik
- Kehilangan akibat non-teknis
  - 1) Meter air tanpa registrasi,
  - 2) Kesalahan dalam pembacaan meter air

- 3) Kesalahan pengumpulan dan pembuatan rekening
- Perhitungan proyeksi pertumbuhan penduduk
  - 1) Metode Eksponensial

Perkembangan penduduk berdasarkan metode eksponensial dapat didekati dengan persamaan berikut (Rusli, 1996: 115):

$$P_n = P_0 \cdot e^{(r \cdot n)}$$

dengan:

$P_n$  = Jumlah penduduk setelah  $n$  tahun (jiwa)

$P_0$  = Jumlah penduduk mula-mula (jiwa)

$e$  = Bilangan logaritma natural besarnya sama dengan 2.7182818  
1004

$r$  = Rata-rata pertumbuhan penduduk (%)

$n$  = Jumlah tahun proyeksi (tahun)

- 2) Metode Aritmatik

Dalam metode ini pertumbuhan rata-rata penduduk berkisar pada prosentase  $r$  yang konstan tiap tahun, maka  $P_n$  (jumlah penduduk pada tahun ke- $n$ ) dan  $P_0$  (jumlah penduduk pada tahun ke-0) dirumuskan sebagai berikut (Mc. Flee, 2001: 7):

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

dengan:

$P_n$  = Jumlah penduduk yang diperkirakan (jiwa)

$P_0$  = Jumlah penduduk pada awal tahun data (jiwa)

$r$  = Pertumbuhan penduduk rata-rata tiap tahun (%)

$n$  = Jumlah tahun proyeksi (tahun)

### 3) Metode Geometri

Proyeksi dengan metode ini, menganggap bahwa perkembangan penduduk secara otomatis berganda dengan penambahan penduduk.

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

dengan:

$P_n$  = Jumlah penduduk pada tahun proyeksi (jiwa)

$P_o$  = Jumlah penduduk pada awal proyeksi (jiwa)

$r$  = Rasio pertumbuhan penduduk/populasi (%)

$n$  = Jumlah tahun proyeksi (tahun)

### 4) Pemilihan Metode Proyeksi Penduduk

Kriteria pemilihan dari ketiga metode diatas berdasarkan Uji Korelasi Sederhana pada nilai koefisien korelasi terbesar, maksudnya nilai koefisien ( $r$ ) paling besar yang nantinya dipilih. Nilai koefisien korelasi dapat dihitung berdasarkan atas persamaan berikut (Widandi Soetopo, 1997: 33).

$$k = \frac{n \cdot \sum X_i \cdot Y_i - (\sum X_i) \cdot (\sum Y_i)}{\sqrt{(n \cdot \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2) \cdot (n \cdot \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2)}}$$

dengan:

$k$  = Koefisien korelasi

$X_i$  = Tahun proyeksi

$Y_i$  = Jumlah penduduk hasil proyeksi

#### 4.1. Perhitungan Jumlah Kebutuhan Air

##### a. Kebutuhan Air Domestik

Untuk jumlah kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan jumlah penduduk yang dilayani dikalikan dengan standar kebutuhan air perorang perhari (S), sedangkan jumlah penduduk yang dilayani dapat dihitung dengan jumlah penduduk dikalikan dengan prosentase pelayanan yang akan dilayani (pl%), dihitung dengan persamaan berikut (Martin Dharmasetiawan, 2004):

$$qD = JP \times (pl\%) \times S$$

dengan:

JP = Jumlah penduduk saat ini (jiwa)

pl% = Prosentase pelayanan yang akan dilayani

qD = Kebutuhan air domestik (lt/org/hari)

S = Standar kebutuhan air rata-rata

##### b. Kebutuhan Air Non Domestik

Untuk keperluan air non domestik dihitung menurut kriteria perencanaan pada dinas PU dapat dilihat dalam Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. 2 Kriteria Perencanaan Air Bersih

Kebutuhan Non Domestik	Nilai
* Industri (lt/det/ha)	
- Berat	0.50 - 1.00
- Sedang	0.25 - 0.50
- Ringan	0.15 - 0.25
* Komersial (lt/det/ha)	
- Pasar	0.10 - 1.00
- Hotel (lt/kamar/hari)	
- Lokal	400
- Internasional	1000
- Rumah Makan (lt/tempat duduk/hari)	100
* Sosial dan Institusi	
- Universitas (lt/siswa/hari)	20
- Sekolah (lt/siswa/hari)	15
- Masjid (m <sup>3</sup> /hari/unit)	1.00 - 2.00
- Rumah Sakit (lt/hari)	400
- Puskesmas (m <sup>3</sup> /hari/unit)	1.00 - 2.00
- Kantor (lt/pegawai/hari)	10
- Militer (m <sup>3</sup> /hari/unit)	10

Sumber: Direktorat Jendral Cipta Karya 1998, dalam Triatmadja, R,

2006

dengan:

$q_T$  = Kebutuhan air total (lt/hari)

$q_D$  = Kebutuhan air domestic (lt/org/hari)

$q_{nD}$  = Kebutuhan air non

domestik (lt/org/hari)

c. Kehilangan dan Kebocoran

$$q_{HL} = q_T \times (Kt\%)$$

dengan:

$q_{HL}$  = Kebocoran atau kehilangan air

$q_T$  = Kebutuhan air total (lt/hari)

$Kt\%$  = Prosentase kehilangan atau kebocoran

d. Kebutuhan Air Rata - Rata

$$q_{RH} = q_T + q_{HL}$$

dengan:

$q_{RH}$  = Kebutuhan air rata-rata (lt/hari)

$q_T$  = Kebutuhan air total (lt/hari)

$q_{HL}$  = Kebocoran atau kehilangan air (lt/hari)

e. Kebutuhan Air Hari Maksimum

$$q_{max} = F \times q_{RH}$$

dengan:

$q_{max}$  = Kebutuhan air hari maksimum (lt/hari)

$q_{RH}$  = Kebutuhan air rata-rata (lt/hari)

$F$  = Faktor hari maksimum antara 1,10 – 1,5

f. Kebutuhan Air Jam Maksimum

$$q_{\text{peak}} = q_r \times F$$

dengan:

$q_{\text{peak}}$  = Kebutuhan air jam maksimum (lt/hari)

$q_{\text{RH}}$  = Kebutuhan air rata-rata (lt/hari)

F = Faktor jam maksimum antara 1,15 – 3,0

## B. TINJAUAN PUSTAKA

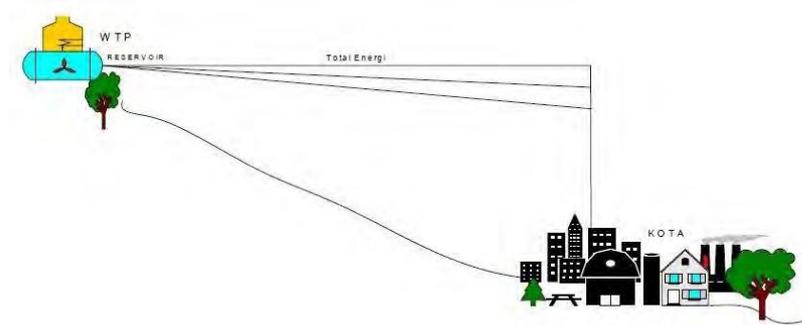
### 1. Sistem Pengaliran Air Bersih

Air merupakan kebutuhan pokok manusia dalam kehidupan sehari-hari, selain dikonsumsi sebagai air minum, air juga dibutuhkan dalam bidang pertanian, perikanan, perindustrian, dan transportasi. Oleh karena itu dibutuhkan sistem distribusi air yang baik agar pendayagunaan dan pengembangan sumber daya air dapat dilakukan secara optimal.

Untuk mendistribusikan air bersih pada dasarnya dapat dipakai salah satu sistem diantara tiga sistem pengaliran, yaitu:

#### a. Sistem Gravitasi

Sistem ini digunakan jika kedudukan titik awal pipa distribusi lebih tinggi dari titik akhir pipa distribusi, tetapi beda tinggi tekanan statis yang tersedia lebih besar dari kehilangan tekanan air sepanjang pipa distribusi (setiap titik sepanjang pipa distribusi). Jaringan distribusi memenuhi syarat jika sisa tekan di akhir pipa distribusi memenuhi kriteria yang ditentukan.

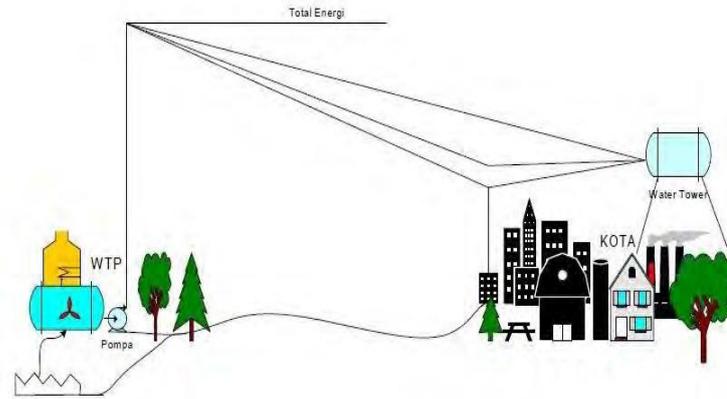


Gambar 2. 1 Sistem Pengaliran Gravitasi

b. Sistem Perpompaan

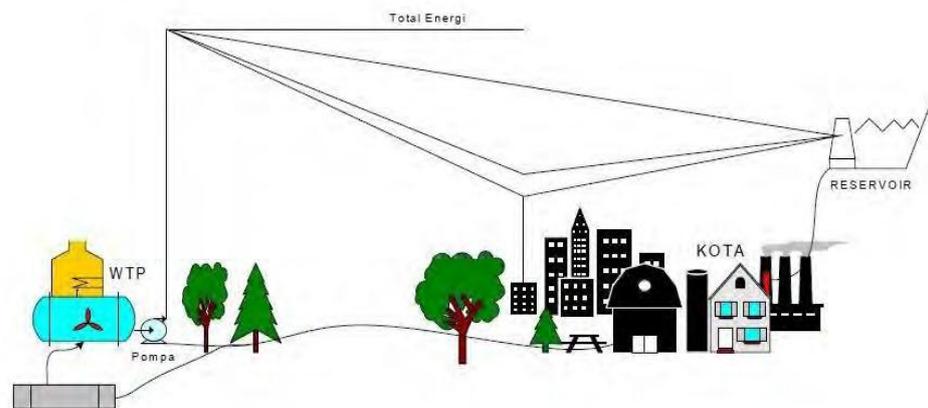
Sistem perpompaan diterapkan pada keadaan:

- 1) Kedudukan titik awal pipa distribusi lebih rendah dari titik akhir pipa distribusi (hampir mendatar).
- 2) Kedudukan titik awal pipa distribusi lebih tinggi dari titik akhir pipa distribusi, tetapi:
  - Beda tinggi tekanan statis yang tersedia lebih kecil dari kehilangan tekanan air sepanjang pipa distribusi.
  - Pada jalur pipa distribusi terdapat lokasi yang lebih tinggi dari titik awal pipa distribusi.
  - Pada jalur pipa distribusi terdapat titik yang mempunyai sisa tekan air lebih kecil dari syarat minimum dalam kriteria perencanaan.



### c. Sistem Gabungan

Sistem gabungan dilakukan jika fluktuasi debit dan tekanan pada jaringan distribusi meluap yaitu saat jam puncak dan saat jam pemakaian minimum. Maka dari itu dibutuhkan gabungan energi dari sistem pompa dan gravitasi.



Gambar 2. 3 Sistem Pengaliran Gabungan

### B.1. Sistem Perpipaan Distribusi

Sistem perpipaan distribusi yang digunakan untuk mengalirkan air bersih ke konsumen terdiri dari :

1. Pipa primer atau pipa induk

Pipa primer adalah pipa yang mempunyai diameter yang relatif besar, yang fungsinya membawa air dari instalasi pengolahan atau reservoir distribusi.

2. Pipa sekunder

Pipa sekunder merupakan pipa yang mempunyai diameter sama dengan atau kurang dari pada pipa primer, yang disambungkan pada pipa primer.

3. Pipa tersier

Pipa tersier dapat disambungkan langsung ke pipa sekunder atau primer, yang gunanya untuk melayani pipa service ke induk sangat tidak menguntungkan, disamping dapat mengganggu lalu lintas kendaraan.

4. Pipa service

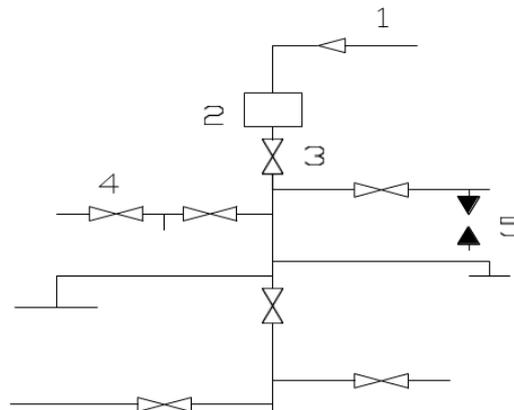
Pipa service mempunyai diameter yang relatif lebih kecil. Pipa disambungkan langsung pada pipa sekunder atau tersier, yang dihubungkan pada pipa pengguna.

## **B.2. Sistem Jaringan Pipa**

Dilihat dari model jaringan pipa induk/primer, sistem jaringan pipa dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Sistem Cabang (*Branch*)

Sistem ini merupakan sistem jaringan perpipaan dimana pengaliran air hanya menuju ke satu arah saja dan terdapat titik akhir yang merupakan ujung jaringan pipa.



Gambar 2. 4 Sistem Branch

Keterangan:

- a. Pipa penghantar
- b. Reservoir
- c. Pipa induk
- d. Pipa induk cabang
- e. Katup

Sistem ini biasanya digunakan pada daerah dengan sifat – sifat berikut:

- a. Perkembangan kota kearah memanjang.
- b. Sarana jaringan jalan induk saling berhubungan.
- c. Keadaan topografi dengan kemiringan medan yang menuju kesatu arah.

Keuntungan sistem cabang adalah :

- a. Sistem lebih sederhana sehingga penghitung dimensi pipa lebih

mudah.

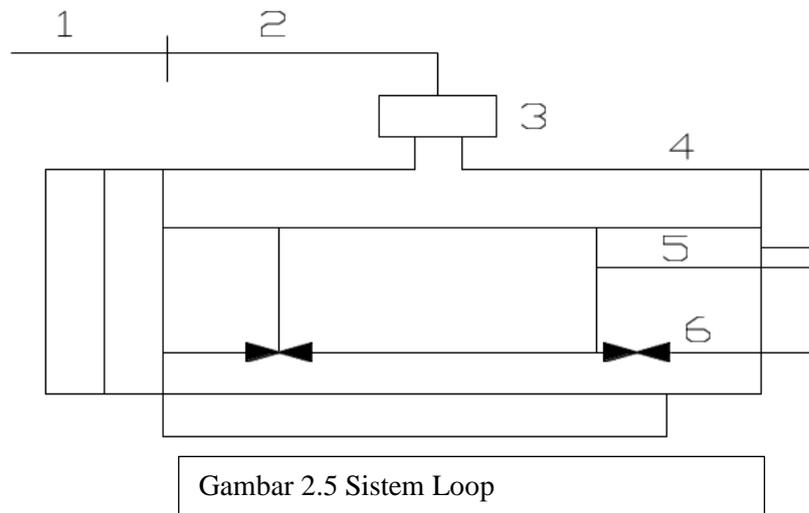
- b. Pemasangan pipa lebih mudah dan sederhana.
- c. Peralatan lebih sedikit.
- d. Perpipaan lebih ekonomis karena penggunaan pipa lebih sedikit (pipa distribusi hanya dipasang pada daerah yang padat penduduknya).

Kerugian sistem cabang adalah :

- a. Kemungkinan terjadi penimbunan kotoran dan pengendapan diujung pipa tidak dapat dihindari, sehingga diperlukan pembersihan intensif untuk mencegah timbulnya bau dan perubahan rasa.
- b. Bila terjadi kerusakan, pengaliran air dibawahnya akan terhenti.
- c. Kemungkinan tekanan air yang diperlukan tidak cukup bila ada sambungan baru.
- d. Keseimbangan system pengaliran kurang terjamin, terutama terjadinya tekanan kritis pada bagian pipa terjauh.

## 2. Sistem Melingkar (*Loop*)

Sistem ini merupakan sistem jaringan pipa induk distribusi dimana antar pipa saling berhubungan satu dengan yang lain membentuk lingkaran, sehingga tidak ada titik mati dan bersifat bolak-balik.



Keterangan :

- a. Sumber air
- b. Pipa penghantar air bersih
- c. Reservoir
- d. Pipa induk lingkaran
- e. Pipa induk cabang
- f. Katup

Sistem melingkar ini bisanya diterapkan pada :

- a. Daerah yang mempunyai jaringan jalan yang berhubungan.
- b. Daerah yang arah perkembangannya kesegala arah.
- c. Daerah dengan topografi yang relative datar.

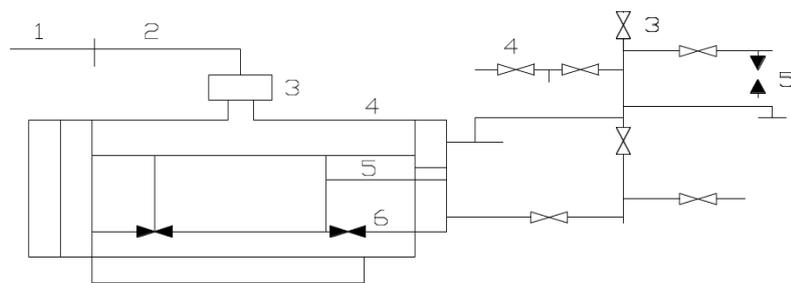
Keuntungan sistem melingkar adalah :

- d. Kemungkinan genangan atau endapan dapat dihindari, karena air dapat disirkulasi secara bebas.
- e. Keseimbangan aliran mudah dicapai

Kerugian sistem melingkar adalah :

- a. Sistem perpipaan lebih rumit.
  - b. Penggunaan pipa relative lebih banyak.
  - c. Perlengkapan pipa lebih jauh lebih banyak.
3. Sistem Gabungan (*Loop and Branch Sistem*)

Sistem ini merupakan sistem jaringan pipa induk gabungan dari sistem cabang dan sistem melingkar.



Gambar 2. 6 Sistem Gabungan

4. Perlengkapan Jaringan Distribusi

Pemeriksaan dan pemeliharaan pada perlengkapan distribusi sangat penting untuk dilakukan secara teratur untuk air bersih biasanya di tanam di bawah tanah dan tidak dapat di *monitoring* secara langsung sehingga kelainan-kelainan tidak dapat diketahui, seperti tekanan air dan jumlah air.

Di dalam pengoperasian jaringan distribusi, diperlukan pelengkapan peralatan seperti pipa dan asesorisnya agar sistem dapat bekerja dengan baik atau bagian dari sistem distribusi dapat diisolasi dengan baik untuk diperbaiki ataupun dibersihkan tanpa mengganggu suplai air ke konsumen. Sehingga dapat dikatakan bahwa perlengkapan pipa dan

asesoris di jaringan distribusi baik dalam operasi dan pemeliharaan maupun dalam *monitoring*.

Perlengkapan jaringan distribusi tersebut antara lain:

a. Pipa

Di dalam jaringan air bersih, pipa mengambil peranan yang sangat penting sebagai sarana untuk mengalirkan air bersih kepada pemakainya. Sifat dan daerah pelayanan, ditambahkan pula bahwa sistem ini mempunyai syarat-syarat umum yaitu:

- 1) Sistem distribusi harus mampu mengalirkan air bersih dalam kuantitas, kontinuitas, dan tekanan cukup ke seluruh bagian yang dilayani.
- 2) Sistem distribusi harus mampu menjaga kualitas air bersih yang disyaratkan
- 3) Sistem distribusi harus handal.
- 4) Sistem distribusi harus efisien dan ekonomis.

Beberapa pipa distribusi yang biasa digunakan adalah:

a) Pipa *Asbestos Cement (ACP)*

Pipa *asbestos cement* terbuat dari campuran asbes, semua *portland*, dan silika. Pipa *asbestoscement* semen mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap air tanah yang mengandung *sulfat* dan serangan dari bahan-bahan kimia yang lain.

Seluruh kelas pipa *asbestoscement* mempunyai nominal diameter luar pipa yang sama, sehingga memungkinkan seluruh *range fitting* besi tuang dapat digunakan tanpa memerlukan pemakaian adaptor.



Gambar 2.7 Pipa ACP

b) Pipa PVC

Bahan utama untuk pembuatan pipa PVC adalah *Polyvinyl Chlorida* tanpa *plastisizer* dengan kandungan *PVC* murni 92,5%. Produk harus serba sama, tahan terhadap air, dan tidak boleh terekstraksi oleh air.

Keuntungan pemakaian pipa PVC:

- (1) Keuntungan terhadap perkaratan.
- (2) Bagian dalam dinding ipa licin.
- (3) Mudah melaksanakan sambungan.
- (4) Ringan, pengangkutannya mudah.

Kelemahan pipa PVC:

- (1) Tidak tahan terhadap panas.

- (2) Sangat tinggi angka pemuaian, akan mudah menyusut bila terjadi perbedaan panas dan tinggi yang sangat kontras. \bahan sangat elastis, sehingga memerlukan pegangan dan support tambahan.
- (3) Mudah rusak bila disambung dengan pipa besi.
- (4) Tekanan rata-rata di bawah tekanan pipa besi.
- (5) Tidak tahan terhadap benda tajam, seperti tanah adas.
- (6) Tidak dapat digunakan di tempat terbuka (tanpa galian) karena pipa tersebut tidak tahan terhadap sinar matahari dan benturan benda keras.



Gambar 2. 8 Pipa PVC

c) Pipa *Ductile*

Pipa *Ductile* adalah jenis pipa yang terbuat dari bongkahan besi dengan kualitas yang sesuai di campur dengan baja. Dalam penyediaan air, pipa *ductile* banyak digunakan terutama yang berukuran lebih besar dari 400mm. Keuntungan pemakaian pipa *ductile* dibandingkan dengan pipa besi tuang adalah pipa *ductile*

lebih tahan terhadap benturan, sedangkan kelemahannya adalah kurang tahan terhadap karat.



Gambar 2. 9 Pipa Ductile

d) Pipa *Cast Iron*

Pipa *Cast Iron* dibuat dari *Grey Cast Iron* yang cukup kuat menahan terhadap perkaratan akibat korosi yang diperoleh dari *metallurgical structure*. Untuk menyambung pipa *cast iron* digunakan sistem timan pakal, *push on joint*, dan *mechanical joint* dengan menggunakan ring karet. Keuntungan menggunakan pipa *cast iron* adalah tidak bocor maupun menyerap air, mudah dipasang dan disambung, tahan terhadap harat. Sedangkan kelemahan adalah materialnya berat, mempunyai *tensile strength* rendah, dan bersifat *brittle* (rapuh, keras tapi mudah pecah).

e) Pipa Baja

Pipa baja dibuat dari bahan lembaran/plat baja dengan pengelasan yang persyaratannya diatur menurut standar yang berlaku.



Gambar 2. 10 Pipa Baja

f) Pipa Baja *Dgalbani*

Pada dasarnya proses pembuatan pipa *dgalbani* sama dengan pembuatan pipa baja, hanya saja ukuran diameter paling besar umumnya 150mm dengan menggunakan sambungan berupa *socket* (*spigot* berulir).

5. *Accessories* atau Perlengkapan Pipa

a. *Pressure Reducing Valve* dan *Pressure Relief Valve*

*Pressure Reducing Valve (PRV)* digunakan untuk mengalirkan air dari sistem jaringan pipa yang bertekanan tinggi ke sistem pipa yang bertekanan rendah. Dengan kata lain alat ini menurunkan tekanan air yang dialirkan sesuai tekanan yang dikehendaki. *Pressure Relief Valve* berfungsi untuk menurunkan tekanan yang berlebihan

pada jaringan distribusi. Tekanan yang dikehendaki dapat diatur melalui pengatur tekanan yang ada.



*Gambar 2.11 Pressure Reducing Valve*

**b. Katup Sekat (*Gate Valve*)**

*Gate Valve* digunakan untuk mengontrol air dalam saluran pipa, dalam pengoperasiannya harus dibuka lebar (air dapat mengalir) atau ditutup rapat (air tidak mengalir). *Gate Valve* biasanya dipasang di daerah distribusi yang memiliki tekanan atau aliran yang bertekanan (*pressured flow*). Untuk valve yang besar biasanya dilengkapi *valve by pass* yang berfungsi sebagai penyeimbang tekanan di hulu dan hilir valve besar tersebut, sehingga dalam pengoperasiannya akan lebih mudah dan terhindar dari *water-hammer*.



Gambar 2. 12 Katu Sekat (*Gate Valve*)c. Katup Pencegah Aliran Balik (*Non Return Valve*)

Seringkali disebut *check valve*, fungsinya adalah mencegah aliran balik air didalam pipa, atau dengan kata lain dalam pipa hanya diperbolehkan aliran searah (tidak dimungkinkan aliran yang berlainan arah terjadi). Katup terdiri dari pintu logam yang diengsel pada bagian atas. Sewaktu air mengalir dari arah yang diinginkan, air akan mendorong pintu keatas dan mengalir dibawahnya. Segera setelah aliran air berhenti, pintu tersebut akan kembali turun dan menutup. Kecenderungan air mengalir ke arah yang sebaliknya hanyalah akan menekan pintu lebih rapat dan katup tetap dalam keadaan tertutup. *Check valve* dipasang pada pipa outlet pompa dan di tempat-tempat dimana tidak diinginkan aliran balik. Dalam sistem *loop* tidak dianjurkan untuk memasang katup pencegah aliran balik karena akan menyebabkan aliran yang searah sehingga tidak lagi dapat mensuplai dari dua arah.



Gambar 2. 13 Check Valve

d. Meter Air (*Water Meter*)

Untuk memonitor fluktuasi pemakaian air dan kehilangan air yang terjadi, pada jaringan sistem distribusi harus dilengkapi dengan meter air yang dipasang pada sambungan rumah, pipa masuk daerah pelayanan, dan disetiap sektor yang dibentuk. Terdapat banyak jenis, ukuran dan *performance meter* air yang terdapat di pasaran, akan tetapi harus dipilih dengan baik dari sisi kriteria teknis yang paling optimal dan tidak membebani investasi atau konsumen yang dilayani.



e. *Air Valve*

*Air valve* atau katup udara dipasang pada sistem jaringan distribusi pada lokasi tertinggi dan di jembatan pipa yang fungsinya untuk mengeluarkan udara yang terjebak dalam pipa secara otomatis ketika jaringan pipa di isi oleh air. Penempatan alat ini memerlukan studi yang baik terhadap sistem jaringan pipa agar alat ini dapat berfungsi dengan baik.



f. Alat Pengukur Te  
Gambar 2.15 Air Valve

Alat pengukur tekanan ini biasanya dipasang pada jaringan pipa transmisi dan distribusi ditempat-tempat dengan kondisi hidrolis tertentu, pada titik kritis terjadinya tekanan tertinggi yakni pada akhir jalur penurunan dan pada awal pompanisasi serta pada akhir aliran gravitasi. Fungsi dari alat pengukur tekanan adalah untuk mengetahui tekanan yang ada dalam pipa.



Gambar 2. 6 Alat Pengukur Tekanan (*Manometer*)

## 6. Sistem Waktu Distribusi

Ada dua sistem pengaliran, yaitu :

### a. Sistem *Continuous*

Yaitu sistem berkelanjutan/berkesinambungan, dalam arti secara terus menerus selama 24 jam per hari.

### b. Sistem *Intermitten*

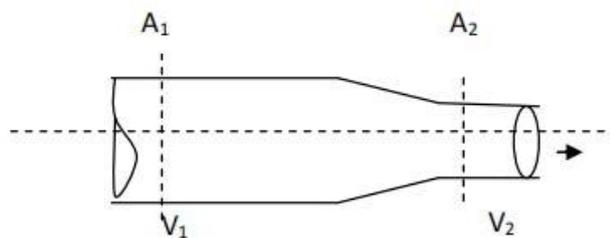
Merupakan sistem dimana air minum yang ada disuplai dan didistribusikan kepada konsumen hanya selama beberapa jam dalam satu harinya.

## B.3. Hidrolika Jaringan Pipa

### 1. Persamaan Kontinuitas

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$



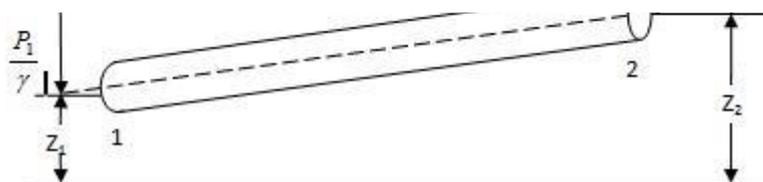
Gambar 2. 17 Kontinuitas pengaliran dalam pipa

(Triatmodjo, B., 1993)

### 2. Persamaan Kekekalan Energi



Gambar 2. 18 Garis tenaga dan tekanan



Sumber: (Triatmodjo,B., 1993)

$$E_1 = E_2$$

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g}$$

Keterangan:

$Z_1 \& 2$  = tinggi elevasi (m)

$p_1 \& 2 / \gamma$  = tinggi tekanan (m)

$V_1 \& 2 / 2g$  = tinggi kecepatan (m)

#### **B.4. Perhitungan Diameter Pipa Dan Aliran Dalam Jaringan Perpipaan**

Faktor penting dalam perhitungan hidrolika adalah kecepatan aliran (V) dan debit aliran (Q). Dalam hitungan praktis rumus yang sering digunakan adalah:

$$Q = V \times A$$

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

dengan :

Q = Debit aliran (m<sup>3</sup> /dtk)

A = Luas penampang pipa (m<sup>2</sup> )

Sedangkan untuk menghitung kecepatan aliran dalam pipa dapat dihitung menggunakan persamaan kontinuitas (Triatmodjo B, 2008), yaitu Formula Hazen – Williams:

$$V = 0,354 \times Chw \times D^{0,63} \times I^{0,54}$$

dengan:

V = Kecepatan aliran (m/dtk)

Chw = Koefisien kekasaran pipa (tergantung dari jenis pipa)

D = Diameter pipa (mm)

I = Kemiringan geser/garis

### B.5. Kehilangan Tinggi Tekan (Head Loss)

#### 1. Kehilangan Tinggi Mayor (Major Losses)

Persamaan Hazen-Williams sangat dikenal di Amerika Serikat (USA). Persamaan kehilangan energi ini sedikit lebih sederhana dibanding Darcy-Weisbach karena koefisien kehilangan energi (Chw) nya yang tidak berubah terhadap Reynolds number. Persamaannya dapat ditulius (Triatmadja, R., 2006):

$$Q = 0,278 \cdot C_{hw} \cdot D^{2,63} \cdot I^{0,54}$$

$$I = \frac{h_f}{L}$$

$$h_f = \left( \frac{\pi}{4(0,278)} \right)^{1,85} \frac{L}{D^{1,17}} \left( \frac{V}{C_{hw}} \right)^{1,85}$$

dengan :

Q = debit aliran pada pipa (m<sup>3</sup> /dt)

Chw = koefisien kekasaran HazenWilliams (tabel)

D = diameter pipa (m)

I = kemiringan garis energi

hf = kehilangan tinggi tekan mayor (m)

L = panjang pipa (m)

$V$  = kecepatan aliran pada pipa (m/dt)

## 2. Kehilangan Tinggi Mayor (Major Losses)

Kehilangan energi minor pada bahasa matematika ditulis

(Triatmadja, R., 2006):

$$h_f = K \frac{V^2}{2g}$$

dengan:

$h_f$  = kehilangan tinggi minor (m)

$V$  = kecepatan rata-rata dalam pipa (m/dt)

$g$  = percepatan gravitasi (m/dt<sup>2</sup>)

$K$  = koefisien kehilangan tinggi tekan minor (tabel)

Tabel 2. 3 Koefisien kehilangan tinggi tekan berdasarkan perubahan bentuk (K)

Jenis Perubahan Bentuk Pipa	K	Jenis Perubahan Bentuk Pipa	K
<b>Awal masuk ke pipa</b>		<b>Belokan 90°</b>	
<i>Bell</i>	0,03- 0,05	R/D = 4	0,16- 0,18
<i>Melengkung</i>	0,12- 0,25	R/D = 2	0,19- 0,25
<i>Membelok tajam</i>	0,50	R/D = 1	0,35- 0,40
<b>Projecting</b>	0,80	<b>Belokan tertentu</b>	
<b>Pengecilan tiba-tiba</b>		$\theta = 150$	0,05
D2/D1 = 0,80	0,18	$\theta = 300$	0,10
D2/D1 = 0,50	0,37	$\theta = 450$	0,20
D2/D1 = 0,20	0,49	$\theta = 600$	0,35
<b>Pengecilan</b>		$\theta = 900$	0,80

<b>mengerucut</b>		<b>T (Tee)</b>	
D2/D1 = 0,80	0,05	aliran searah	0,30- 0,40
D2/D1 = 0,50	0,07	aliran bercabang	0,75- 1,80
D2/D1 = 0,20	0,08	<b>Persilangan</b>	
<b>Pembesaran tiba</b>		aliran searah	0,50
<b>tiba</b>		aliran bercabang	0,75
D2/D1 = 0,80	0,16	<b>450 Wye</b>	
D2/D1 = 0,50	0,57	aliran searah	0,30
D2/D1 = 0,20	0,92	aliran bercabang	0,50
<b>Pembesaran</b>			
<b>mengerucut</b>			
D2/D1 = 0,80	0,03		
D2/D1 = 0,50	0,08		
D2/D1 = 0,20	0,13		

Sumber: Triatmadja, R.,2006

## B.6. EPANET 2.0

### 1. Definisi EPANET 2.0

EPANET 2.0 adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari Pipa, Node (titik koneksi pipa), Pompa, Katup, dan tangki air (Reservoir). Permodelan hidrolis yang akurat adalah salah satu langkah yang efektif

dalam membuat model tentang kualitas air. EPANET 2.0 adalah alat bantu analisis hidrolis yang memiliki kemampuan seperti:

- a. Tidak terbatasnya jumlah jaringan yang dianalisa.
- b. Menghitung headloss akibat gesekan dengan menggunakan persamaan Hazen Williams, Darcy Weisbach atau Chezy Manning.
- c. Termasuk minor losses untuk bend, fitting dan lain - lain.
- d. Model dapat menggunakan pompa dengan kecepatan konstan dan bervariasi.
- e. Menghitung energi dan biaya pemompaan.
- f. Memodelkan macam-macam tipe valve termasuk shutoff, check, pressure regulating dan flow control valves.
- g. Menyediakan tangki penyimpanan yang memiliki berbagai bentuk (diameter dan tinggi dapat bervariasi).
- h. Dapat memenuhi variasi kebutuhan pada tiap node sesuai dengan pola dari variasi waktu.
- i. Sistem operasi dapat didasarkan pada kontrol waktu sederhana atau kontrol yang kompleks.

## 2. Input Data

Untuk menganalisis sistem hidrolis pada jaringan pipa diperlukan input data berupa:

- a. Panjang pipa.
- b. Elevasi.
- c. Kebutuhan Air (base demand).

- d. Fluktuasi pemakaian air.
- e. Head di titik pengambilan.

### 3. Hasil Analisis

Hasil analisis EPANET 2.0 dari input dasar jaringan dapat ditampilkan berupa peta, grafik serta tabel. Hasil analisis tersebut berupa:

- a. Data Elevasi.
- b. Data Tekanan dan sisa tekan.
- c. Demand dan base demand.
- d. Diameter serta panjang pipa.
- e. Debit aliran.
- f. Kecepatan aliran.
- g. Kehilangan tekanan.

### 4. Reporting

EPANET 2.0 dapat mencatat semua kesalahan dan pesan kesalahan yang terbentuk selama analisa ke dalam status report. Laporan kalibrasi adalah simulasi statistik untuk membandingkan data perhitungan komputer dengan data di lapangan. Sehingga dengan adanya kalibrasi ini maka dapat mengetahui penyimpangan/selisih (koefisien) hasil data EPANET 2.0 dengan hasil di lapangan.

## **B.7. Reservoir**

Reservoir dibangun dengan memperhitungkan kebutuhan air pada daerah layanan, dengan demikian besar kapasitas bangunan ditentukan oleh besar

debit air yang dibutuhkan pada daerah layanan. Bangunan reservoir harus mempunyai beda tinggi dengan daerah layanan minimum 20 s/d 30 m.

### **B.8. Rencana Anggaran Biaya**

Fungsi dan manfaat RAB adalah sebagai berikut :

1. Bagi Pemilik (owner), RAB dibuat setidaknya sebagai alat bantu menentukan biaya investasi modal yang dibutuhkan (OE-Owner Estimate), mengatur perputaran pembiayaan (cash flow) juga kelayakan ekonomi proyek.
2. Bagi konsultan perencana, RAB dibuat sebagai alat bantu guna menentukan fasilitas, akomodasi serta kelayakan suatu rancangan. Demikian juga secara praktis digunakan sebagai salah satu dokumen yang menjadi acuan pada saat lelang, khususnya bagi penilaian kelayakan harga penawaran dari kontraktor. Pada akhirnya RAB juga berguna untuk menghitung kemajuan pekerjaan.
3. Bagi Kontraktor, RAB dibuat yang paling utama adalah sebagai estimasi harga guna kepentingan penawaran pada suatu pelelangan. Selanjutnya dalam proses konstruksi RAB berguna dan sangat penting bagi pengendalian proyek, khususnya pengendalian biaya.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. METODE PENELITIAN**

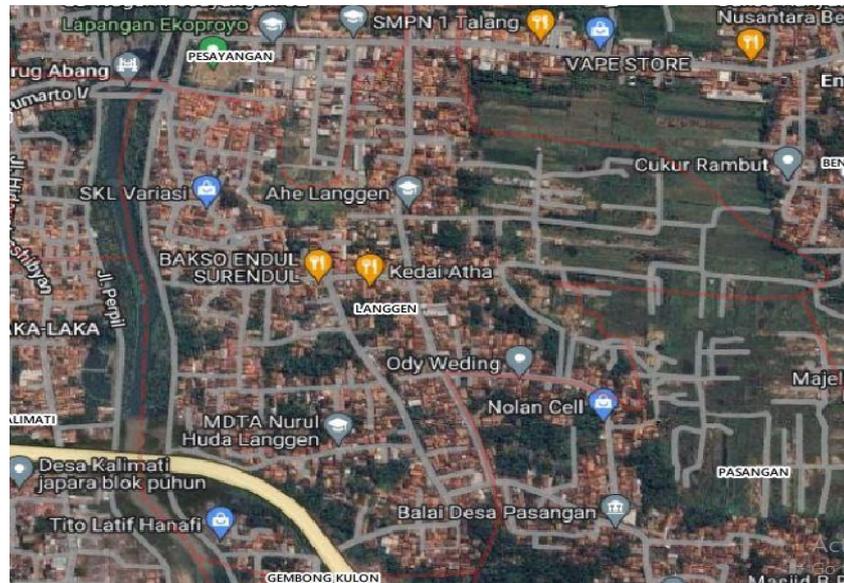
Dalam suatu penelitian pasti memerlukan suatu Metode untuk membantu proses pengumpulan dan pengolahan hasil penelitian yang dilakukan. Metodologi penelitian adalah mengungkapkan bagaimana suatu proses penelitian dilakukan yaitu meliputi dengan alat apa dan bagaimana suatu penelitian dilaksanakan. Untuk melakukan suatu penelitian seorang peneliti seharusnya sudah menetapkan metode penelitiannya terlebih dahulu sehingga memudahkan peneliti dalam melaksanakan penelitian.

Sesuai dengan masalah yang akan diteliti, penelitian ini menggunakan metode deskriptif yang merupakan analisa fenomena atau kejadian pada masa lampau dan bertujuan untuk mengevaluasi kondisi pada periode tertentu sebagai dasar perencanaan untuk masa mendatang berdasarkan data yang dikumpulkan sesuai dengan tujuannya berdasarkan analisa secara teoritis dan empiris yang kemudian ditarik kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan.

#### **B. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN**

##### **a. Lokasi Penelitian**

Langgen merupakan salah satu desa yang berada di kecamatan Talang, Kabupaten Tegal, provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Desa Langgen terkenal sebagai penghasil batu bata terbaik di Tegal



Gambar 3. 1 Peta Desa Langgen

Sumber: Perumda Tirta Ayu

- 1) Luas Wilayah : 0.45 Km<sup>2</sup>
  - 2) Sebelah Utara : Desa Pesayangan
  - 3) Sebelah Selatan : Desa Gembong kulon
  - 4) Sebelah timur : Desa Pasangan
  - 5) Sebelah barat : Desa Kalimati
2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 01 Oktober 2023 sampai dengan bulan 30 November 2023.

## C. INSTRUMEN PENELITIAN

1. Alat

Dalam penelitian ini peralatan yang digunakan penulis untuk melaksanakan penelitian adalah sebagai berikut:

a. Perangkat Keras (laptop)

Laptop digunakan untuk membantu menyelesaikan penelitian, serta melakukan input data dari semua sumber data yang telah di kumpulkan sehingga mendapatkan output atau hasil penelitian.

b. Perangkat Lunak (*software*)

Dalam penelitian ini software yang digunakan penulis adalah sebagai berikut:

- 1) *Microsoft Word* digunakan untuk melakukan penulisan hasil penelitian
- 2) *Microsoft Excel* digunakan untuk mengolah dan menganalisis data yang telah dikumpulkan
- 3) *QGIS 2.18.15* digunakan untuk digitasi peta
- 4) *Autocad 2013* digunakan untuk menggambar peta hasil survey dilokasi penelitian
- 5) *EPANET 2.0* digunakan untuk melakukan permodelan dan mengerjakan analisis hidrolis dari sistem jaringan yang telah ditentukan.

c. Alat Cetak

- 1) Printer A3 *Epson L1300* untuk mencetak hasil penelitian.
- 2) Kertas A4 berat 80 gram

d. Alat Ukur

Dalam melaksanakan pengumpulan data peneliti menggunakan berbagai macam alat ukur yang ada seperti:

1) Meteran Gulung

Alat ini digunakan untuk mengukur jarak suatu titik yang relatif pendek yaitu berkisar >50 meter



Gambar 3. 2 Meteran Gulung

2) Meteran Dorong

Digunakan untuk mengukur panjang dari sebuah pipa di lokasi penelitian.



Gambar 3. 3 Meteran Dorong

3) GPS (*Global Positioning System*)

Digunakan untuk mengukur ketinggian atau elevasi di suatu titik yang telah ditentukan.



Gambar 3. 4 GPS Garmin Montana 680

4) *Stopwatch*

Digunakan untuk mengukur dan mengkonversi nilai dari debit suatu aliran air yang keluar melalui pipa.



Gambar 3. 5 *Stopwatch*

5) *Manometer*

Digunakan untuk mengukur tekanan air di suatu titik pengambilan yang telah ditentukan.

e. Alat Tulis

Digunakan untuk mencatat suatu hasil survey dilokasi penelitian

2. Bahan

a. Data Primer

Data primer adalah data yang langsung memberikan kepada pengumpul data atau sumber pertama dimana sebuah data dihasilkan.

Peneliti menggunakan data ini untuk mendapatkan informasi.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau lewat dokumen

#### **D. Metode Pengumpulan Data**

Adapun metode yang dilakukan dalam teknik pengumpulan data yaitu dengan melakukan kegiatan sebagai berikut:

1. Observasi

Melakukan pengamatan secara langsung pada lokasi penelitian dan mengamati kondisi jaringan distribusi yang telah ditentukan.

2. Wawancara

Melakukan wawancara atau mengajukan pertanyaan kepada pihak Perumda Air Minum Tirta Ayu terkait perencanaan sistem transmisi dan kondisi eksisting pada jaringan distribusi dilokasi penelitian. Wawancara juga diajukan kepada Pihak terkaitlainnya, dalam hal ini warga Desa langgen, Kecamatan Talang.

### 3. Studi Literatur

Pengumpulan data juga diperoleh dengan cara mempelajari literatur, jurnal-jurnal ilmiah atau referensi yang berhubungan dengan sistem jaringan air minum, laporan milik Perumda Air Minum, dan konsep perencanaan.

### 4. Survey Lapangan

Turun langsung ke lokasi perencanaan, khususnya untuk mendapatkan data-data primer dan sekunder.

## D.1. Sumber Data

### 1. Data Primer

Merupakan data yang diambil langsung dari lokasi penelitian, sebagai *input* untuk simulasi program *EPANET 2.0*. Data primer yang dimaksud adalah :

- a. Bahan pipa.
- b. Panjang pipa.
- c. Elevasi.
- d. Kebutuhan air (*Base demand*).
- e. Fluktuasi pemakaian air.
- f. Analisa Harga Satuan (AHSP)

Tabel 3. 1 Data Primer

No.	Data	Sumber Data	Keterangan
-----	------	-------------	------------

1.	Bahan Pipa	Memperoleh dari rencana bahan pipa yang akan digunakan	Sebagai Input data di Program <i>Epanet 2.0</i>
2.	Panjang Pipa	Memperoleh dari pengukuran langsung dilapangan	Sebagai Input data di Program <i>Epanet 2.0</i>
3.	Elevasi	Memperoleh data dengan menggunakan alat <i>GPS</i> dan program <i>Google Earth</i>	Sebagai Input data di Program <i>Epanet 2.0</i>
4.	Kebutuhan Air ( <i>Base Demand</i> )	Memperoleh data dari perhitungan beban tiap blok yang telah direncanakan	Sebagai Input data di Program <i>Epanet 2.0</i>
5.	Fluktuasi Pemakaian	Memperoleh data fluktuasi pemakaian air dengan melakukan pembacaan <i>Water Meter</i> yang berada di daerah yang karakteristik dan wilayahnya mirip dengan daerah yang akan direncanakan dengan melakukan selama 24 jam	Sebagai input di program <i>Epanet 2.0</i>
6.	Analisa Harga Satuan	Memperoleh data analisa harga satuan di wilayah penelitian	Sebagai faktor perhitungan rencana anggaran biaya

## 2. Data Sekunder

Merupakan data yang diperoleh secara langsung dari lokasi yang dilakukan penelitian, data ini diperoleh dari buku statistik dan data yang ada di bagian Perencanaan Perumda Air Minum Tirta Ayu serta instansi terkait yang mempunyai data–data yang dibutuhkan.

Data sekunder yang dimaksud adalah :

- a. Kondisi fisik dan topografi wilayah
- b. Data penduduk
- c. Peta wilayah administrasi

Tabel 3. 2 Data Sekunder

No	Data	Sumber Data	Keterangan
1	Kondisi fisik, topografi	Memperoleh data dengan menggunakan program <i>Google Earth</i>	Sebagai dasar penentuan rencana pengembangan jaringan pipa
2	Data penduduk	Memperoleh dari buku Kecamatan Pangkah Dalam Angka Tahun 2016, 2017 dan 2018.	Sebagai perhitungan proyeksi penduduk dan dasar perhitungan kebutuhan air
3	Peta wilayah administrasi	Memperoleh dari Bagian Perencanaan Perumda Tirta Ayu Kabupaten Tegal	Sebagai dasar penentuan rencana pengembangan jaringan pipa

#### E. Metode Analisis Data

Data–data yang telah dikumpulkan dan catat selanjutnya perlu dilakukan analisis sebagai input perhitungan sistem jaringan, dimana analisis data tersebut adalah sebagai berikut :

1. Proyeksi Penduduk
  - a. Mengetahui jumlah penduduk minimal 3 tahun terakhir yang diambil data statistik dalam buku Kabupaten Tegal Dalam Angka.

- b. Menghitung rata-rata laju pertumbuhan dengan menggunakan tiga metode proyeksi penduduk yaitu Aritmatika, Geometri, Exponensial.
    - c. Metode proyeksi yang digunakan adalah metode yang mempunyai nilai korelasi ( $r$ ) yang mendekati angka 1.
2. Kebutuhan Air
  - a. Data kriteria perencanaan kebutuhan air domestik dan non domestik.
  - b. Proyeksi penduduk digunakan untuk mencari kebutuhan air.
3. Elevasi
  - a. Mengukur elevasi di tiap *node* dan elevasi reservoir dengan menggunakan alat GPS (*Global Positioning System*).
  - b. Membuat tabel hasil pengukuran sesuai dengan *node* yang diukur.
4. Jarak
  - a. Jarak antar *node* (panjang pipa) diperoleh dari hasil pengolahan data GPS. Jalur pipa mengikuti jaringan distribusi eksisting di daerah pelayanan.
  - b. Membuat tabel hasil pengukuran.
5. Sketsa Jaringan
  - a. Sketsa jaringan pipa distribusi berdasarkan pengolahan data GPS dan jalur yang ditentukan.
  - b. Memasukkan sketsa bentuk jaringan tersebut ke dalam program *EPANET 2.0*.
6. Fluktuasi Pemakaian

- a. Mengamati fluktuasi pemakaian air per hari dari jaringan distribusi eksisting wilayah perencanaan.
- b. Menganalisis fluktuasi pemakaian air per hari untuk mengetahui faktor jam puncak dan kebutuhan jam puncak guna mengevaluasi pipa distribusi.
- c. Memasukkan fluktuasi pemakaian air per hari tersebut ke dalam program *EPANET 2.0*.

## **F. Tahapan Penelitian**

### **1. Tahap I (Pengumpulan Data)**

#### **a. Data Primer:**

##### **1) Penentuan Bahan pipa**

Pada perencanaan jaringan pipa distribusi di kecamatan pangkah peneliti menggunakan material pipa dari bahan PVC (*Polyvinyl Chlorida*). Bahan utama untuk pembuatan pipa PVC adalah *Polyvinyl Chlorida* tanpa *plastisizer* dengan kandungan PVC murni 92,5%..

##### **2) Panjang dan Elevasi Pipa**

Diperoleh dengan menggunakan aplikasi Google Earth

##### **3) Fluktuasi Pemakaian Air**

Melakukan pemantauan pemakaian air dengan melakukan pembacaan meter induk di lokasi pipa out reservoir

##### **4) Pembebanan Penduduk di Setiap Wilayah**

Diperoleh dengan melihat di dalam buku yang telah diterbitkan oleh instansi badan pusat statistik statistik Kabupaten Tegal

5) Gambar Rencana Jaringan

Dilakukan penggambaran jaringan perpipaan di lokasi penelitian menggunakan aplikasi Autocad 2013

b. Data Sekunder:

1) Peta Wilayah

Dilakukan pengambilan gambar yang berada di aplikasi google earth

2) Data Jumlah Penduduk

Diperoleh dengan melihat di dalam buku yang telah diterbitkan oleh instansi badan pusat statistik statistik Kabupaten Tegal.

2. Tahap II (Analisis Data)

a. Proyeksi Jumlah Penduduk

Melakukan perhitungan proyeksi jumlah penduduk dengan menggunakan metode-metode.

b. Perhitungan Kebutuhan Air

Melakukan perhitungan Kebutuhan air dengan menggunakan kriteria kebutuhan air bersih domestik dan non domestik.

c. Perencanaan Jaringan Menggunakan EPANET 2.0

Melakukan simulasi hidrolis dari jaringan perpipaan yang telah dibuat dengan menggunakan aplikasi EPANET 2.0 dimana dari hasil simulasi tersebut bisa diambil sebuah kesimpulan.

d. Menghitung Rencana Anggaran Biaya

Melakukan perhitungan prakiraan rencana anggaran biaya dimana perhitungan menggunakan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Kabupaten Tegal.

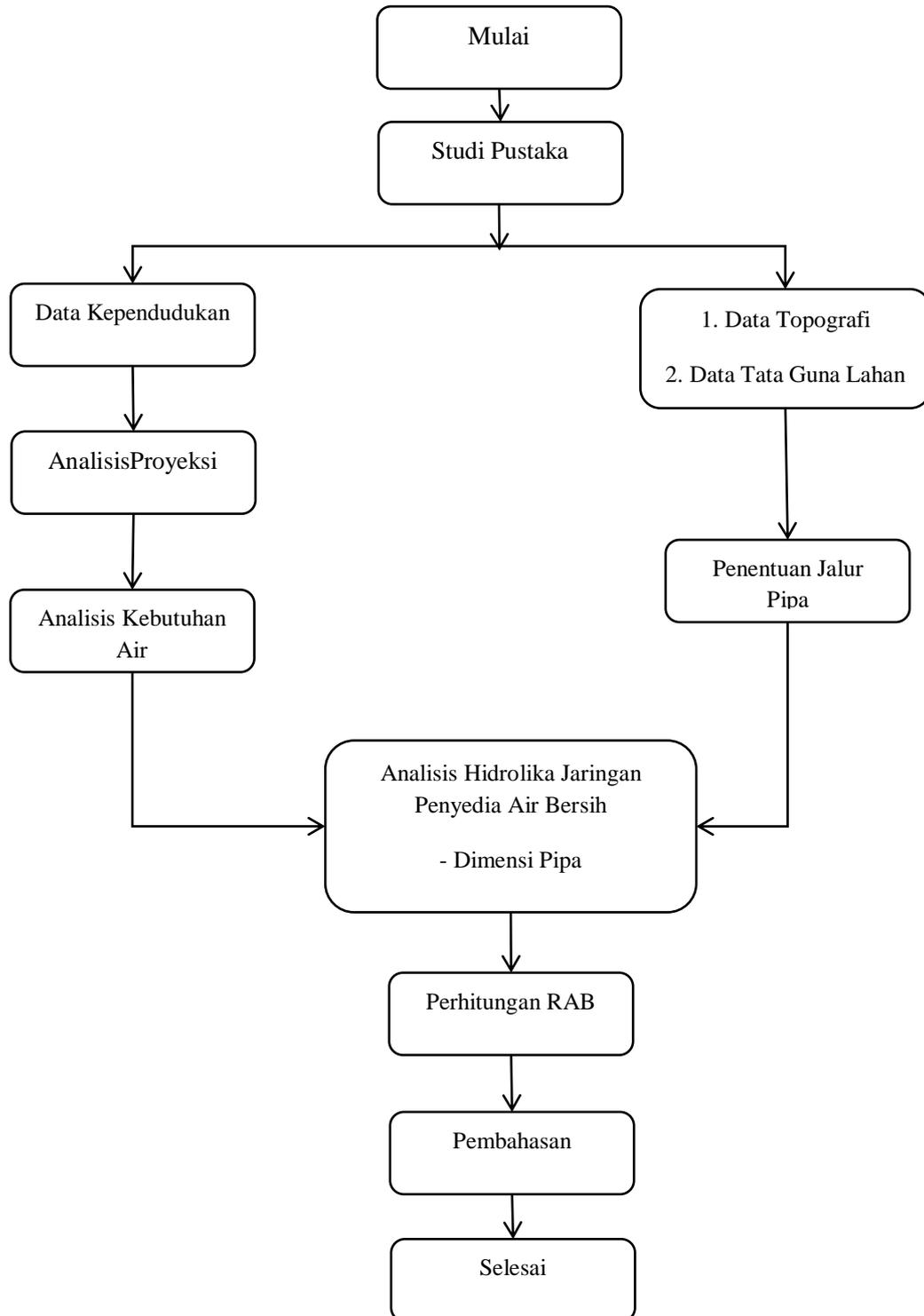
3. Tahap III (Kesimpulan dan Saran)

Setelah melewati serangkaian tahapan-tahapan yang telah di selesaikan, untuk tahap selanjutnya adalah menarik kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah di laksanakan.

4. Tahap IV (Penyusunan Hasil Penelitian)

Dilakukan penyusunan dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan.

### G. Diagram Alir



Gambar 3. 6 Diagram Alir Penelitian