



**PERENCANAAN DISTRIBUSI AIR BERSIH  
DI DESA BANJARAGUNG KECAMATAN WARUREJA  
KABUPATEN TEGAL**

**SKRIPSI**

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

Oleh:  
**NOORMAN FAISAL HASMI**  
NPM : 6519500015

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL  
2023**



**PERENCANAAN DISTRIBUSI AIR BERSIH  
DI DESA BANJARAGUNG KECAMATAN WARUREJA  
KABUPATEN TEGAL**

**SKRIPSI**

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

Oleh:  
**NOORMAN FAISAL HASMI**  
**NPM : 6519500015**

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL  
2023**

## LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI

Skripsi yang berjudul “PERENCANAAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI DESA BANJARAGUNG KECAMATAN WARUREJA KABUPATEN TEGAL”

NAMA PENULIS : NOORMAN FAISAL HASMI

NPM : 6519500015

Telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk dipertahankan dihadapan sidang dewan penguji skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Hari : Rabu

Tanggal : 26 Juli 2023

Pembimbing I



(Okky Hendra Hermawan, ST., MT.)

NIPY. 2461531983

Pembimbing II



(Teguh Haris Santoso, ST., MT.)

NIPY. 2466451973

## HALAMAN PENGESAHAN

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

Pada hari : Rabu

Tanggal : 2 Agustus 2023

### Ketua Penguji

(Ahmad Farid, ST., MT.)

NIPY. 191511101978

### Penguji Utama

(Dr. Retno Susilorini, MT.)

NIPY. 31572931970

### Penguji I

(Okky Hendra Hermawan, ST., MT.)

NIPY. 2461531983

### Penguji II

(Teguh Haris Santoso, ST., MT.)

NIPY. 2466451973

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer



Dr. Agus Wibowo, ST., MT.  
NIPY. 126518101972

## HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**PERENCANAAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI DESA BANJARAGUNG KECAMATAN WARUREJA KABUPATEN TEGAL**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri, atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan sebagaimana mestinya.

Demikian pernyataan ini untuk dijadikan sebagai pedoman bagi yang berkepentingan dan saya siap menanggung segala resiko 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, Kamis 27 Juli 2023



**Noorman Faisal Hasmi**

NPM. 6519500015

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

1. Pengalaman adalah guru terbaik dan tidak ada teorinya.
2. Kegagalan seharusnya menjadi sebuah titik balik seseorang.
3. Tidak ada kesuksesan tanpa berusaha.
4. Mencoba lebih baik daripada tidak sama sekali.
5. Manfaatkan waktu mudamu untuk berusaha.
6. Jangan lelah untuk belajar.

### **PERSEMBAHAN**

- ✓ Untuk Almarhum Ayahku
- ✓ Ibu yang kusayangi dan aku cintai
- ✓ Istriku yang aku cintai
- ✓ Anakku yang kusayangi
- ✓ Rekan-rekan kantor
- ✓ Teman-teman dikampus

## 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 Distribusi Air Bersih di Desa Banjaragung Kecamatan Warureja Kabupaten Tegal”. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi strata 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 Okky Hendra Hermawan, ST, MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal dan selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingan serta saran dan motivasi yang diberikan.
3. Bapak Teguh Haris Santoso ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing II Atas Bimbingan Serta Saran, Dan Motivasi Yang Diberikan.
4. Segenap Dosen dan Staf Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
5. Kedua orang tua (Alm) Ayah terimakasih atas limpahan kasih sayang dan motivasinya semasa hidupnya dan memberikan rasa rindu yang berarti. Ibu terimakasih atas limpahan doa dan kasih sayang yang tak terhingga dan selalu memberikan yang terbaik.
6. Istri dan anakku yang selalu memberikan semangat dan dukungannya.
7. Direksi, Manajemen dan seluruh Staf Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Ayu Kabupaten Tegal yang memberikan izin untuk melakukan penelitian serta membantu penulis selama penelitian.

8. Teman-teman Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
9. 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 sesempurna mungkin sesuai dengan kemampuan penulis, namun demikian masih ada kekurangan yang dimiliki penulis, untuk itu mohon maaf atas kekhilafannya. Harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Tegal, Juli 2023

Penulis

## ABSTRAK

Noorman Faisal Hasmi, 2023 “Perencanaan Distribusi Air Bersih di Desa Banjaragung Kecamatan Warureja Kabupaten Tegal”. Laporan Skripsi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal 2023.

Sebagian besar masyarakat Desa Banjaragung di Kecamatan Warureja mengandalkan air sumur mandiri dan air sumur yang dikelola secara swadaya maupun dari Pamsimas untuk memenuhi kebutuhan air bersih yang kuantitas dan kontinuitasnya belum memenuhi. Setiap musim kemarau Kecamatan Warureja terutama Desa Banjaragung mengalami kekeringan yang parah. Banyak warga menggunakan air dari sumur bor di sawah dan air irigasi untuk memenuhi kebutuhan sanitasi dan membeli air galon untuk kebutuhan air minum karena bantuan tangki air bersih jumlahnya sangat terbatas.

Sistem distribusi air bersih dengan memanfaatkan pompa *submersible* sumur dalam eksisting dengan debit sekitar 12 liter/detik, digunakan untuk melayani penduduk Desa Banjaragung agar kontinuitasnya tetap terjaga. Perencanaan distribusi air bersih untuk pemenuhan kebutuhan air bersih di Desa Banjaragung diproyeksikan sampai tahun 2028. Berdasarkan hasil proyeksi pertumbuhan penduduk menggunakan metode regresi linier didapat jumlah penduduk pada tahun 2028 adalah 9.019 jiwa dan kebutuhan air rata-rata sebesar 836.496 liter/hari. Simulasi hidrolis untuk pengembangan jaringan dsitribusi air bersih menggunakan *software Epanet 2.0* dan desain peta jaringan distribusi menggunakan *software Autocad 2013*.

Kata Kunci : Banjaragung, Tegal, Distribusi , *Autocad 2013*, *EPANET 2.0*.

## **ABSTRACT**

*Noorman Faisal Hasmi, 2023 "Planning for the Distribution of Clean Water in Banjaragung Village, Warureja District, Tegal Regency". Civil Engineering Thesis Report, Faculty of Engineering and Computer Science, University of Pancasakti Tegal 2023.*

*Most of the people of Banjaragung Village in Warureja District rely on independent well water and well water that is managed independently or from Pamsimas to meet their needs for clean water, which quantity and continuity have not been met. Every dry season, Warureja District, especially Banjaragung Village, experiences severe drought. Many residents use water from drilled wells in the fields and irrigation water to meet sanitation needs and buy gallons of water for their drinking water needs because the number of clean water tanks is very limited.*

*The clean water distribution system by utilizing the existing deep well submersible pump with a discharge of around 12 liters/second, is used to serve the residents of Banjaragung Village so that continuity is maintained. Planning for the distribution of clean water to meet the needs of clean water in Banjaragung Village is projected until 2028. Based on the results of population growth projections using the linear regression method, the population in 2028 is 9,019 people and the average water demand is 836,496 liters/day. Hydraulic simulation for the development of a clean water distribution network using Epanet 2.0 software and distribution network map design using Autocad 2013 software.*

*Keywords: Banjaragung, Tegal, Distribution, Autocad 2013, EPANET 2.0.*

## DAFTAR ISI

<b>PERENCANAAN DISTRIBUSI AIR BERSIH .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI.....</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>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>LAMBANG DAN SINGKATAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Batasan Masalah .....	3
C. Rumusan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	5
F. Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
A. Landasan Teori .....	7
B. Tinjauan Pustaka .....	54
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>60</b>
A. Metode Penelitian.....	60
B. Tempat dan Waktu Penelitian .....	60
C. Alat .....	61
D. Sumber Data .....	63
E. Metode Pengumpulan Data .....	66

F. Metode Analisa Data .....	67
G. Tahapan Penelitian .....	69
H. Diagram Alur .....	72
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>73</b>
A. Penyajian Data .....	73
B. Perhitungan Proyeksi Penduduk dan Fasilitas Sosial Ekonomi .....	80
C. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih.....	90
D. Perencanaan Jaringan Pipa Distribusi.....	106
E. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya.....	113
F. Analisa Ekonomi Untuk Mencapai <i>Full Cost Recovery</i> .....	122
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>127</b>
A. Kesimpulan.....	127
B. Saran .....	128
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>129</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>132</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Potongan Sumur Dalam .....	18
Gambar 2.2 <i>Hydrophore</i> .....	19
Gambar 2.3 Potongan Broncaptering .....	20
Gambar 2.4 Potongan Bangunan Sadap Air Permukaan .....	21
Gambar 2.5 Pompa <i>Submersible</i> .....	22
Gambar 2.6 Pipa ACP .....	23
Gambar 2.7 Pipa PVC .....	24
Gambar 2.8 Pipa <i>Ductile</i> .....	24
Gambar 2.9 Pipa <i>Cast Iron</i> .....	25
Gambar 2.10 Pipa Baja .....	26
Gambar 2.11 Pipa GIP .....	26
Gambar 2.12 <i>Water Meter</i> .....	27
Gambar 2.13 Genset.....	28
Gambar 2.14 Sistem Gravitasi .....	37
Gambar 2.15 Sistem Pemompaan .....	38
Gambar 2.16 Sistem Gabungan.....	38
Gambar 2.17 Sistem Cabang ( <i>Branch</i> ) .....	39
Gambar 2.18 Sistem Melingkar ( <i>Loop</i> ) .....	40
Gambar 2.19 Sistem Gabungan.....	40
Gambar 2.20 Sistem Perpipaan Distribusi .....	42
Gambar 2.21 <i>Gate Valve</i> .....	43
Gambar 2.22 Katup Penguras .....	44
Gambar 2.23 Katup Udara ( <i>Air Valve</i> ) .....	45
Gambar 2.24 Hidran Kebakaran .....	45
Gambar 2.25 Pembesaran Berangsur-angsur .....	48
Gambar 2.26 Pengecilan Berangsur-angsur.....	49
Gambar 3.1 Peta Desa Banjaragung.....	61
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian.....	72
Gambar 4.1 Grafik Pola Pemakaian Air di Desa Warureja .....	78

Gambar 4.2 Sketsa Rencana Jaringan Distribusi .....	79
Gambar 4.3 Rencana Diameter Pipa .....	108
Gambar 4.4 Rencana Panjang Pipa .....	109
Gambar 4.5 Tekanan dan Kecepatan Aliran Jam Minimum.....	110
Gambar 4.6 Tekanan dan Kecepatan Jam Maksimum.....	111
Gambar 4.7 Peta Situasi Rencana Pengembangan Pipa Distribusi.....	114
Gambar 4.8 Potongan - 1 .....	115
Gambar 4.9 Potongan - 2 .....	116
Gambar 4.10 Potongan - 3 .....	117
Gambar 4.11 Potongan - 4 .....	118
Gambar 4.12 Detail Aksesoris Pipa .....	119
Gambar 4.13 Detail Ukuran Galian dan Penanaman Pipa .....	120

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Wajib Air Minum .....	15
Tabel 2.2 Kriteria Kebutuhan Air Domestik.....	35
Tabel 2.3 Kriteria Kebutuhan Air Non Domestik.....	36
Tabel 2.4 Koefisien <i>Hazen William</i> .....	47
Tabel 2.5 Nilai K Sebagai Fungsi $\alpha$ .....	49
Tabel 2.6 Koefisien Kb Sebagai Fungsi Sudut Belokan $\alpha$ .....	49
Tabel 3.1 Data Primer .....	64
Tabel 3.2 Rencana Pengambilan Data Panjang Pipa dan Elevasi.....	64
Tabel 3.3 Rencana Pengambilan Data Debit Air dan Fluktuasi Pemakaian .....	65
Tabel 3.4 Data Sekunder .....	66
Tabel 4.1 Pertumbuhan Penduduk Desa Banjaragung 5 Tahun Terakhir .....	73
Tabel 4.2 Pola Pemakaian Air.....	77
Tabel 4.3 Data Node, Elevasi Tiap Node dan Jarak antar Node.....	80
Tabel 4.4 Perhitungan Metode Regresi Linier .....	82
Tabel 4.5 Perhitungan Metode Eksponensial.....	84
Tabel 4.6 Perhitungan Metode Logaritma .....	86
Tabel 4.7 Rekapitulasi Nilai Korelasi .....	87
Tabel 4.8 Rencana Tingkat Pelayanan Setiap Tahun.....	88
Tabel 4.9 Pembebanan Blok Terhadap Tingkat Pertumbuhan Penduduk Tahun 2028 .....	90
Tabel 4.10 Kriteria Perencanaan Sektor Air Bersih.....	91
Tabel 4.11 Rekapitulasi Kebutuhan Air Domestik .....	104
Tabel 4.12 Rekapitulasi Kebutuhan Air Non Domestik .....	105
Tabel 4.13 Rekapitulasi Kebutuhan Air.....	105
Tabel 4.14 Rencana Panjang Pipa dan Diameter Pipa Distribusi .....	112
Tabel 4.15 Rencana Anggaran Biaya.....	121
Tabel 4.16 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya.....	122
Tabel 4.17 Analisis Ekonomi.....	125

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Situasi Rencana Pengembangan Pipa Distribusi

Lampiran 2. Kegiatan Monitoring Meter Air Induk di Desa Warureja

Lampiran 3. Label Spesifikasi Pompa *Submersible*

## LAMBANG DAN SINGKATAN

cm	=	centimeter
mg/l	=	miligram per liter
m	=	meter
l	=	liter
dtk	=	detik
m <sup>3</sup> /h	=	meter kubik per hour
Kw	=	kilowatt
±	=	kurang lebih
km <sup>2</sup>	=	kilometer persegi
ppm	=	part per million
NTU	=	Nephelometric Turbidity Unit
AAS	=	Atomic Absorption Spectrophotometry
°C	=	Derajat Celcius
Atm	=	Atmosfer
mdpl	=	meter di atas permukaan laut
mka	=	meter kolom air
m/s	=	meter per second
%	=	persen
DN	=	Diameter Nominal
KK	=	Kepala Keluarga
SR	=	Sambungan Rumah
HU	=	Hidran Umum
Co	=	Cobalt
Pb	=	Plumbum

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

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

Kebutuhan akan air bersih merupakan sesuatu yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia, kehidupan di bumi tidak akan ada tanpa air. Berkembangnya suatu wilayah merupakan indikasi dari suatu pembangunan, baik itu perkembangan budaya, pemerintahan, sosial ekonomi, dan penduduk. Dengan berkembangnya suatu wilayah, kebutuhan akan air bersih dan jumlahnya harus memenuhi kebutuhan sehari-hari dan tersedia setiap saat. Mengingat pentingnya penggunaan air bersih, tentunya bidang air bersih harus diutamakan, karena menyangkut hajat hidup orang banyak.

Secara geografis Kabupaten Tegal terletak di  $108^{\circ}57'6''$  -  $109^{\circ}21'30''$  Bujur Timur dan  $6^{\circ}50'41''$  -  $7^{\circ}15'30''$  Lintang Selatan. Secara administratif wilayah Kabupaten Tegal terbagi menjadi 18 Kecamatan yang terdiri dari 281 Desa dan 6 Kelurahan, dengan luas wilayah  $878,78 \text{ km}^2$ . Kecamatan Warureja terletak pada posisi antara  $106^{\circ}04'25''$  -  $106^{\circ}08'04''$  Bujur Timur dan antara  $6^{\circ}52'44''$  -  $6^{\circ}54'11''$  Lintang Selatan, memiliki wilayah yang terdiri dari pesisir, dataran rendah dan sebagian kecil wilayah hutan. Wilayah Kecamatan Warureja berada  $\pm 42 \text{ km}$  di sebelah timur Ibukota Kabupaten Tegal, merupakan dataran rendah dengan ketinggian  $12 \text{ m}$  di atas permukaan laut dan terdiri dari 12 Desa.

Sebagian besar masyarakat Desa Banjaragung, yang akan diambil sebagai wilayah studi di Kecamatan Warureja mengandalkan air sumur mandiri dan air sumur yang dikelola secara swadaya maupun dari Pamsimas untuk

memenuhi kebutuhan air bersih yang kuantitas dan kontinuitasnya belum memenuhi. Setiap musim kemarau Kecamatan Warureja terutama Desa Banjaragung mengalami kekeringan yang parah. Banyak warga menggunakan air dari sumur bor di sawah dan air irigasi untuk memenuhi kebutuhan sanitasi dan membeli air galon untuk kebutuhan air minum karena bantuan tangki air bersih jumlahnya sangat terbatas.

Perumda Air Minum Tirta Ayu Kabupaten Tegal sebagai Badan Usaha Milik Daerah yang bergerak di bidang penyediaan air bersih dituntut mampu menyediakan air minum untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dan memenuhi syarat sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010. Untuk memperluas cakupan pelayanan, Perumda Air Minum Tirta Ayu Kabupaten Tegal dapat melakukannya dengan menambah jaringan perpipaan baru, melalui perencanaan dan kajian teknis yang matang, untuk menjamin keberhasilan dan kesinambungan sistem tersebut.

Dalam upaya peningkatan kebutuhan penyediaan air bersih, Perumda Tirta Ayu Kabupaten Tegal saat ini berencana memperluas cakupan pelayanan dan memprioritaskan daerah rawan air terutama di Desa Banjaragung Kecamatan Warureja dengan membangun sistem jaringan perpipaan baru, sistem pengalirannya dengan pompa, pompa tersebut berjenis *submersible pump* (pompa celup) tipe 4SPM14/13 dengan daya 4 Kw, kapasitas maksimal pompa sebesar 18 m<sup>3</sup>/h. serta *head* pompa 87 m. Tiga unit pompa tersebut untuk memanfaatkan 3 titik sumur dalam (*deep well*) Warureja sebagai sumber air baku. Saat ini debit total yang dimanfaatkan sumur dalam Warureja  $\pm$  12 l/dtk.

Guna mempermudah dalam perencanaan sistem perpipaan atau mensimulasikan sistem jaringan perpipaan, yaitu dengan menggunakan program *Epanet 2.0*. Dengan harapan dapat digunakan sebagai pedoman dan acuan dalam merencanakan sistem jaringan pipa distribusi dengan pelayanan yang efektif, dan dapat memenuhi aspek hidrolis serta tercapainya tujuan akhir yaitu meningkatkan pelayanan air bersih secara optimal pada jaringan pipa distribusi.

## **B. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian berlokasi di Desa Banjaragung Kecamatan Warureja Kabupaten Tegal.
2. Perencanaan hanya pada jaringan perpipaan distribusi air bersih.
3. Nilai koefisien gesek atau kekasaran pipa PVC (*polyvinyl chloride*) yaitu konstan.
4. Proyeksi perencanaan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Desa Banjaragung Kecamatan Warureja Kabupaten Tegal untuk proyeksi 5 tahun kedepan dengan perhitungan setiap tahun.
5. Analisis perencanaan jaringan pipa distribusi menggunakan program *Epanet 2.0*.
6. Detail gambar jaringan pipa distribusi dan perlengkapannya menggunakan program *Autocad 2013*.

### C. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan-batasan masalah di atas, maka dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana rencana proyeksi pertumbuhan penduduk untuk memenuhi kebutuhan air bersih sampai 5 tahun ke depan?
2. Berapa debit air yang dibutuhkan sampai 5 tahun ke depan di Desa Banjaragung Kecamatan Warureja?
3. Berapa diameter pipa distribusi yang dibutuhkan untuk pelayanan air bersih di Desa Banjaragung Kecamatan Warureja?
4. Aksesoris perlengkapan pipa apa saja yang diperlukan untuk pengembangan jaringan distribusi air minum di Desa Banjaragung?
5. Membutuhkan biaya berapa untuk membangun sistem perpipaan jaringan distribusi air bersih di Desa Banjaragung Kecamatan Warureja Kabupaten Tegal?
6. Berapa harga dasar air dan membutuhkan berapa lama agar tercapai *Full Cost Recovery*?

### D. Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakan kegiatan penelitian ini adalah :

1. Menghitung pertumbuhan penduduk Desa Banjaragung selama 5 tahun kedepan.
2. Menghitung debit air yang dibutuhkan di Desa Banjaragung selama 5 tahun kedepan.
3. Merencanakan diameter pipa dan jaringan distribusi air bersih di Desa

Banjaragung yang sesuai dengan perhitungan menggunakan program *Epanet 2.0*.

4. Menghitung rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk membangun sistem jaringan distribusi air bersih di Desa Banjaragung Kecamatan Warureja Kabupaten Tegal.
5. Menghitung tarif dasar air agar tercapai *Full Cost Recovery*.

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

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui berapa debit yang dibutuhkan oleh masyarakat Desa Banjaragung Kecamatan Warureja sampai 5 tahun ke depan.
2. Sebagai referensi kepada Perumda Air Minum Tirta Ayu Kabupaten Tegal untuk pengembangan dan perluasan cakupan pelayanan.
3. Mengetahui perkiraan biaya yang diperlukan untuk membangun sistem jaringan distribusi air bersih di Desa Banjaragung Kecamatan Warureja Kabupaten Tegal.
4. Mengetahui membutuhkan berapa lama agar tercapai *Full Cost Recovery*.

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

Sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

## **BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan tentang kerangka teori, landasan teori, studi literatur, yang menjadi dasar dalam penelitian yang menjawab secara teori tentang permasalahan dari sebuah ide pokok penelitian.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang waktu dan tempat penelitian, variabel penelitian, teknik pengumpulan data, dan metode analisis data.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menguraikan tentang proyeksi pertumbuhan penduduk, kebutuhan air domestik dan non domestik, dan hasil simulasi hidrolis pengaliran dengan *software EPANET 2.0*.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## BAB II

### LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Landasan Teori

Dalam sistem jaringan distribusi terdapat nilai gesekan atau kehilangan tekanan (*headloss*) pada pipa. Kehilangan tekanan disebabkan oleh gesekan dinding pipa. Kehilangan tekanan oleh gesekan disebabkan karena cairan atau fluida yang mempunyai kekentalan dan dinding pipa yang tidak licin sempurna. Pada dinding yang mendekati licin sempurna, masih pula terjadi kehilangan tekanan walaupun sangat kecil. Ada beberapa persamaan empiris yang digunakan masing-masing dengan keuntungan dan kerugian sendiri. Persamaan *Darcy Weisbach* paling banyak digunakan dalam aliran fluida secara umum. Untuk aliran air dengan viskositas yang relatif tidak banyak berubah, persamaan *Hazen Williams* dapat digunakan (Triatmodjo, 2003).

Sistem distribusi air minum merupakan sistem pipa air minum yang mengalirkan air bertekanan sampai ketitik-titik pemakai air dalam daerah pelayanan, dengan menggunakan saluran tertutup atau dengan perpipaan dengan maksud supaya tidak terjadi kontaminasi terhadap air yang mengalir di dalamnya. Jaringan perpipaan merupakan suatu rangkaian pipa yang saling terhubung satu sama lain secara hidrolis, sehingga apabila di satu pipa mengalami perubahan debit aliran, maka akan terjadi penyebaran pengaruh ke pipa-pipa yang lain. Pengaruh ini dapat dideteksi dari segi perubahan tekanan yang ada di pipa (Dharmasetiawan, 2004).

Karena suatu jaringan pipa perlu direncanakan sampai suatu kurun

waktu tertentu, maka kebutuhan air perlu diproyeksikan sampai beberapa tahun kedepan. Berdasarkan kebutuhan ini kemudian direncanakan diameter pipanya. Kegiatan perencanaan untuk sistem distribusi air minum ada 2 jenis katagori, yaitu perencanaan pada daerah yang belum ada sistem distribusi perpipaan sama sekali atau biasa disebut sebagai *green area* dan perencanaan pada daerah yang sudah ada sistem distribusi sebelumnya dan sifat perencanaan adalah mengembangkan sistem yang sudah ada (Dharmasetiawan 2004:I-V:1).

## **1. Air Bersih**

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990 air bersih adalah air dimana umumnya digunakan dalam keperluan sehari-hari dimana kualitas tersebut harus memenuhi persyaratan untuk kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Menurut Kodoatie (2003) air bersih adalah air yang dipakai sehari-hari untuk keperluan mencuci, mandi, memasak dan dapat diminum setelah dimasak.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 yang dinamakan air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Yang membedakan kualitas air bersih dengan air minum adalah standar kualitas setiap parameter, meliputi parameter fisik, kimia, biologi dan radiologis maksimum yang diperbolehkan (Sarwoko, 1985).

## **2. Sumber Air Bersih**

Menurut Sutrisno dalam Asmadi dkk. (2011) sumber air merupakan

satu komponen yang mutlak dan harus ada, karena tanpa sumber air sistem penyediaan air bersih tidak akan berfungsi. Secara umum sumber air adalah sebagai berikut :

a. Air Permukaan

Air permukaan (*surface water*) meliputi air sungai, danau, waduk, rawa dan genangan air lainnya, tidak mengalami infiltrasi ke bawah tanah. Area tanah yang mengalirkan air ke suatu badan air disebut *watersheds* atau *drainage basins*. Air yang mengalir dari daratan menuju suatu badan air disebut limpasan permukaan (*surface run off*) dan air yang mengalir di sungai menuju laut disebut aliran air sungai (*river run off*). Wilayah di sekitar daerah aliran sungai yang menjadi tangkapan air disebut *catchment basin* (Effendi, 2003).

Air permukaan banyak digunakan untuk berbagai kepentingan, antara lain yaitu untuk diminum, kebutuhan rumah tangga, irigasi, pembangkit listrik, industri, serta mendukung semua bentuk kehidupan dan mempengaruhi kesehatan, gaya hidup, dan kesejahteraan ekonomi manusia (Igwe, 2017). Contoh air permukaan adalah sebagai berikut :

1) Air Sungai

Air sungai adalah aliran air permukaan yang berbentuk memanjang dan mengalir secara terus menerus dari hulu ke hilir atau dari dataran tinggi ke dataran rendah. Kualitas air sungai biasanya dipengaruhi oleh lingkungan sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS).

## 2) Air Danau dan Waduk

Danau dan waduk adalah suatu cekungan yang luas yang terjadi secara alami atau buatan pada permukaan bumi yang berisi air yang terakumulasi karena mencairnya gletser, aliran sungai atau karena adanya mata air. Waduk dibuat untuk menyimpan air dan dapat dimanfaatkan dalam berbagai keperluan.

## 3) Air Laut

Air laut adalah air asin yang berasal dari laut memiliki kadar garam rata-rata 3,5%. Air laut tidak layak konsumsi kecuali dengan proses desalinasi. Desalinasi adalah proses yang memisahkan kadar garam dari air tawar. Tentu biaya ini sangat mahal dan perlu kajian teknis yang sangat matang.

### b. Air Tanah

Air tanah (*ground water*) adalah air yang mempunyai rongga-rongga dalam lapisan geologi. Air tanah merupakan salah satu sumber air bagi kehidupan di muka bumi (Tri Joko, 2010). Jenis-jenis air tanah antara lain :

#### 1) Air Tanah Dangkal

Proses terbentuknya air tanah dangkal ini berawal dari air permukaan yang masuk atau meresap ke dalam tanah melalui lapisan-lapisan tanah. Air ini akan terkumpul pada suatu tempat atau lapisan yang rapat air. Air tanah ini akan dimanfaatkan sebagai sumber air minum atau air bersih melalui sumur-sumur dangkal. Biasanya air ini

terkumpul pada kedalaman 15 m. Air tanah dangkal mempunyai kualitas agak baik sebagai sumber air minum, akan tetapi dari segi kuantitasnya kurang cukup karena tergantung dengan musim (Totok Sutrisno, 2002).

## 2) Air Tanah Dalam

Air tanah dalam berada pada lapisan setelah lapisan rapat yang pertama. Untuk mengambil atau memanfaatkan air tanah tersebut, maka harus menggunakan mesin bor yang dapat mencapai lapisan dimana air tanah dalam itu berada dan memasukan pipa kedalamnya. Kedalaman air tanah dalam biasanya mencapai 100-300 m di bawah permukaan tanah. Jika dibandingkan dengan air tanah dangkal, maka kualitas air tanah dalam lebih bagus. Hal ini dikarenakan penyaringan yang lebih sempurna dan terbebas dari bakteri (Totok Sutrisno, 2002:17).

## 3) Mata Air (*spring water*)

Hendrayana (1994) mata air adalah tempat pemunculan air tanah pada lapisan akuifer dari bawah permukaan tanah secara alamiah. Air yang keluar dari mata air akan mengalir di permukaan tanah sebagai awal sumber air bagi sungai-sungai yang ada, mengalir keluar dari permukaan tanah secara alami. Debit masing-masing mata air akan berbeda sesuai dengan potensi alirannya di dalam tanah. Kebanyakan air yang bersumber dari mata air kualitasnya baik sehingga umumnya digunakan sebagai sumber air minum oleh

masyarakat sekitarnya. Mata air biasanya berada pada elevasi yang lebih tinggi ketimbang daerah layanannya sehingga pengaliran air secara gravitasi masih memungkinkan.

c. Air Hujan

Air hujan menjadi sumber air baku manakala telah tertampung ke dalam suatu wadah air seperti danau dan waduk. Dibutuhkan suatu rekayasa untuk menjadikan air hujan menjadi air baku untuk air minum. Waduk atau bendungan dan embung merupakan hasil rekayasa air baku yang diselenggarakan oleh negara atau perusahaan, sedangkan Panen Air Hujan (PAH) adalah wujud rekayasa air baku secara individu maupun komunal. Menurut Yulistyorini (2011) pemanfaatan air hujan dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan kelangkaan air bersih, mengurangi volume air limpasan hujan dan mengisi kembali air tanah terutama di perkotaan.

### **3. Persyaratan Dalam Penyediaan Air Bersih**

Menurut Sutrisino T, dkk. (2010) ada beberapa persyaratan utama yang harus dipenuhi dalam sistem penyediaan air bersih antara lain adalah persyaratan kualitatif, kuantitatif, dan kontinuitas.

a. Persyaratan Kualitatif

Kualitas air adalah karakteristik mutu yang dibutuhkan untuk pemanfaatan tertentu dari sumber-sumber air. Dengan adanya standar kualitas air, orang dapat mengukur kualitas dari berbagai macam air. Setiap jenis air dapat diukur konsentrasi kandungan unsur yang tercantum

didalam standar kualitas, dengan demikian dapat diketahui syarat kualitasnya, dengan kata lain standar kualitas dapat digunakan sebagai tolak ukur kelayakan air untuk dimanfaatkan manusia (Effendi, 2003).

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/1V/2010 standar kualitas air minum dapat diartikan sebagai ketentuan-ketentuan yang biasanya dituangkan dalam bentuk pernyataan atau angka yang menunjukkan persyaratan–persyaratan yang harus dipenuhi agar air tersebut tidak menimbulkan gangguan kesehatan, penyakit, gangguan teknis, serta gangguan dalam segi estetika. Peraturan ini dibuat dengan maksud bahwa air minum yang memenuhi syarat kesehatan mempunyai peranan penting dalam rangka pemeliharaan, perlindungan serta mempertinggi derajat kesehatan masyarakat. Adapun parameter–parameter air minum yang berlaku adalah sebagai berikut :

1) Parameter yang Berhubungan Langsung Dengan Kesehatan

a) Parameter Mikrobiologi

Parameter mikrobiologi merupakan parameter yang menunjukan ada atau tidaknya kandungan bakteri patogen di dalam air. Parameter mikrobiologi yaitu *Escherichia Coli* (*E. Coli*) dan Total Bakteri Koliform.

b) Parameter Kimia anorganik

Kimia anorganik berasal dari sumber daya alam mineral dan aktivitas manusia. Beberapa parameter kimia anorganik

adalah Arsen, Fluorida, Kromium, Kadmium, Nitrat, Nitrit, Sianida, dan Selenium.

2) Parameter yang Tidak Langsung Berhubungan Dengan Kesehatan

a) Parameter Fisik

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi sifat air secara fisik adalah Bau dan Rasa, Zat Padat Terlarut atau *Total Dissolved Solid* (TDS), Kekeruhan, Suhu, dan Warna

b) Parameter Kimiawi

Air bersih yang baik adalah air yang tidak terkontaminasi oleh zat-zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan. Kandungan zat kimia dalam air bersih yang digunakan sehari-hari hendaknya tidak melebihi kadar maksimum yang diijinkan. Parameter kimia antara lain adalah Derajat keasaman atau pH (*Potential of Hydrogen*), Kesadahan, Besi, Mangan, Tembaga, Seng, Klorida, Sulfat, dan Amonia.

**Tabel 2.1** Parameter Wajib Air Minum

No.	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	<b>a. Parameter Mikrobiologi</b>		
	1) E. Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	<b>b. Kimia an – organik</b>		
	1) Arsen	mg / l	0,01
	2) Flourida	mg / l	1,5
	3) Total Kromium	mg / l	0,05
	4) Kadmium	mg / l	0,003
	5) Nitrit, ( sebagai NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg / l	3
	6) Nitrat, ( sebagai NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg / l	50
	7) Sianida	mg / l	0,07
	8) Selenium	mg / l	0,1
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	<b>a. Parameter Fisik</b>		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg / l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	Suhu udara ± 3
	<b>b. Parameter Kimiawi</b>		
	1) Aluminium	mg / l	0,2
	2) Besi	mg / l	0,3
	3) Kesadahan	mg / l	500
	4) Khlorida	mg / l	250
	5) Mangan	mg / l	0,4
	6) Ph		6,5 – 8,5
	7) Seng	mg / l	3
	8) Sulfat	mg / l	250
	9) Tembaga	mg / l	2
	10) Amonia	mg / l	1,5

Sumber : Permenkes 492 tahun 2010

b. Persyaratan Kuantitatif

Persyaratan kuantitatif persediaan air minum dilihat dari ketersediaan air baku, berarti air baku bisa dipakai untuk mencukupi kebutuhan tergantung dari populasi penduduk yang dilayani. Selanjutnya, total air yang diperlukan sangat bergantung pada tingkatan kemajuan teknologi dan sosial masyarakat sekitar. Misalnya, negara maju membutuhkan lebih banyak air minum dari pada negara berkembang (Ditjen Cipta Karya, 1998).

c. Persyaratan Kontinuitas

Persyaratan kontinuitas untuk penyediaan air bersih sangat erat hubungannya dengan kuantitas air yang tersedia, yaitu air baku yang tersedia di alam. Arti kontinuitas disini adalah air baku untuk air bersih tersebut dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan (Ditjen Cipta Karya, 1998).

#### 4. Komponen Sistem Air Baku

Menurut PP Nomor 16 tahun 2005 tentang Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM), untuk menjamin kuantitas dan kontinuitas pasokan air baku maka suatu sistem air baku pada umumnya terdiri dari unit-unit sebagai berikut :

a. Bangunan Sadap

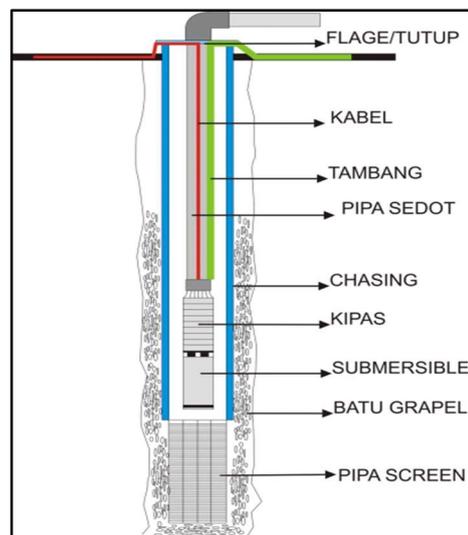
Bangunan sadap atau *Intake* adalah suatu struktur yang dibangun pada sumber air, yaitu sungai, danau, atau waduk untuk mengarahkan air

ke suatu kolam di dalamnya agar dapat diteruskan ke komponen lain dengan andal. Keandalan kuantitas dan kualitas merupakan faktor penting dari fungsi suatu *intake*. Pada sistem air baku dengan kapasitas pasok yang kecil maka *intake*-nya adalah cukup sederhana, misalnya hanya sebuah pipa dengan saringan yang ditenamkan ke dalam badan air. Namun untuk sistem air baku dengan kapasitas besar yang melayani sistem penyediaan air minum skala besar atau banyak sistem penyediaan air minum maka bangunan *intake* tidak sederhana lagi. Pada *Intake* yang berkapasitas besar, sistem masuknya air ke dalam *intake* dapat berupa suatu bangunan besar seperti menara atau bangunan besar yang terbenam di dalam badan air. Pada unit *intake* dapat dilengkapi dengan pintu air untuk menyekat ketika kolam *intake* dirawat. Beberapa contoh bangunan sadap antara lain adalah :

#### 1) Bangunan Sadap Sumur Dalam

Bangunan sadap juga dapat berupa sumur untuk air baku yang berasal dari air tanah. Pada bangunan ini suatu pipa besi atau plastik dengan saringan dipasang pada lapisan tanah yang kandungan airnya dapat dipakai untuk air baku. Posisi saringan dibuat tepat pada lapisan tanah atau pasir dengan transmisivitas yang besar, di bagian luarnya dipasang *gravel pack* untuk saringan awal. Di atas pipa tersebut dipasang pipa jambang dengan diameter yang lebih besar daripada yang bawah. Pada pipa jambang diletakkan pompa benam untuk mendorong air ke pipa *intake*. Pada pipa jambang juga dipasang

sensor untuk memantau ketinggian permukaan air. Air kemudian diarahkan oleh pipa *intake* ke bangunan pengolahan air. Pada pipa dapat ditempatkan *water meter* untuk mengukur volume air baku dan manometer untuk tekanannya. Selanjutnya, pemasangan katup pembuang udara pada peralihan pipa *intake* naik ke pipa *intake* datar sangat disarankan untuk memperlancar proses pengaliran air. Pada tempat itu biasanya dapat terkumpul udara yang dapat menyebabkan sumbatan udara.



**Gambar 2.1 Potongan Sumur Dalam**  
Sumber : Internet

Pada bangunan penunjang dapat ditambahkan juga *hydrophore* manakala air baku langsung diarahkan ke jaringan distribusi setelah melalui proses klorinasi. Hal ini terjadi karena pada umumnya kualitas air baku yang berasal dari sumur dalam adalah mencukupi untuk menjadi air minum dengan sedikit proses tambahan yaitu klorinasi. *Hydrophore* diperlukan untuk menjaga agar fluktuasi

tekanan tidak berlangsung seketika sehingga proses hidup dan matinya pompa tidak berlangsung seketika.

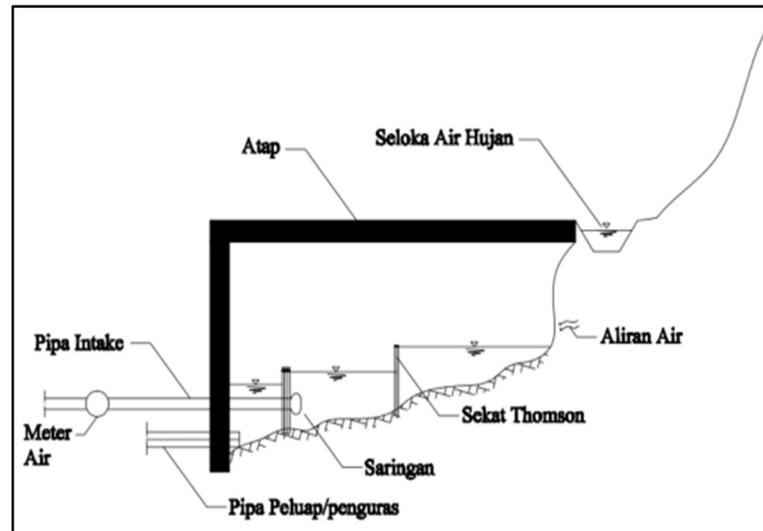


**Gambar 2.2 *Hydrophore***  
Sumber : Dokumentasi Pribadi

## 2) Bangunan Sadap Mata Air

Bangunan sadap mata air juga sering disebut sebagai bronkaptering atau *spring capture*. Bangunan itu menutup seluruh mata air sehingga air yang keluar terlindungi dari bahan pencemar yang mungkin hadir melalui udara. Pelaksanaan konstruksinya memerlukan kehati-hatian agar mata air tidak mati atau permukaannya menurun. Upaya untuk meninggikan muka air dengan cara menanggul dan sebagainya sering kontraproduktif yaitu dengan matinya mata air. Demikian pula penggalian berlebihan yang dilakukan sepanjang konstruksi dapat menurunkan muka mata air. Bangunan sadap mata air dilengkapi dengan alat ukur debit (biasanya sekat *Thomson*), alat ukur volume (*water meter*), lubang pipa

ventilasi, saluran pelimpah, saringan air (*screen*), dan saluran penguras.

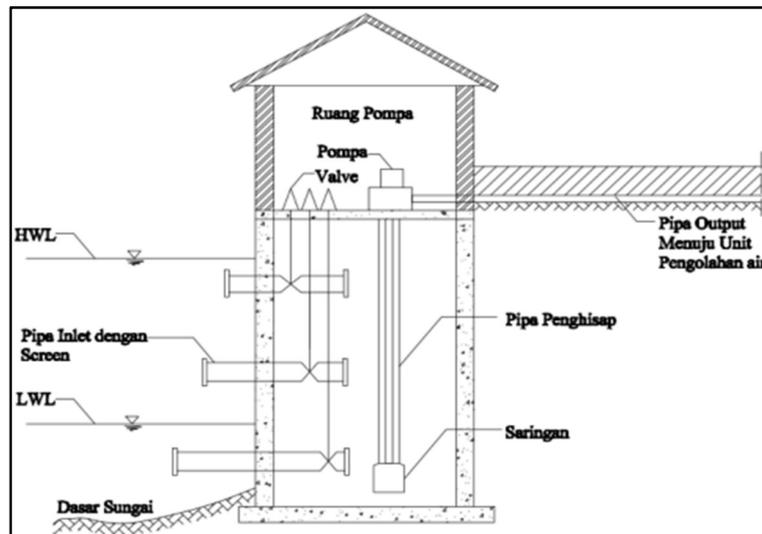


**Gambar 2.3 Potongan Broncapturing**

Sumber : Simantu PUPR Modul 5. Sistem Air Baku

### 3) Bangunan Sadap Air Permukaan

Bangunan sadap air permukaan ditempatkan pada badan air. Bangunan ini harus dapat mengakomodasi permukaan air yang berubah-ubah pada sumber air karena musim. Karena itu maka bangunan itu dapat berwujud seperti sumuran besar atau menara dengan lubang atau pintu pemasukan air yang bervariasi. Selain saringan pada bangunan ini juga dipasang pintu-pintu air untuk menyekat kolam dari sumber air ketika *intake* dalam perawatan atau pengurasan lumpur atau pasir pada kolam *intake*. Biasanya bangunan sadap air permukaan berada di danau atau waduk.



**Gambar 2.4 Potongan Bangunan Sadap Air Permukaan**

Sumber : Simantu PUPR Modul 5. Sistem Air Baku

b. Pompa Air

Pompa air atau juga disebut sistem pompa adalah sarana untuk mendorong air baku dari kolam *intake* ke perpipaan untuk disampaikan ke bangunan pengolahan air atau langsung ke sistem jaringan distribusi. Sistem pompa biasanya terdiri dari dua pompa atau lebih dengan maksud untuk mendapatkan keandalan dalam pemasokan air baku. Pemilihan jenis pompa untuk suatu sistem air baku tergantung kepada jenis bangunan sadap, kondisi lingkungan sumber air, tinggi *head* yang diperlukan, dan jenis air baku yang akan dipompa. Pompa ada dua tipe yaitu pompa sentrifugal dan pompa *submersible*. Pompa sentrifugal biasanya digunakan untuk memompa air permukaan, sedangkan pompa *submersible* digunakan untuk sumur dalam. Kelebihan pompa *submersible* adalah tidak berisik karena berada di dalam air dan awet asalkan spesifikasinya sesuai dengan kebutuhan air daerah pelayanan.

Sedangkan pompa sentrifugal bekerja secara efektif dalam penggunaannya karena mampu mengalirkan debit air yang besar dengan *head* yang kecil.



**Gambar 2.5 Pompa *Submersible***

Sumber : Dokumentasi Pribadi

c. Perpipaan

Perpipaan atau sistem perpipaan atau pipa *intake* adalah jalur perpipaan yang mengarahkan air yang didorong oleh sistem perpipaan ke bangunan pengolahan air. Sistem perpipaan yang baik akan andal terhadap gaya-gaya yang terjadi akibat dari tekanan hidrolis pompa yang besar. Untuk kebutuhan itu maka pemasangan angkur pada belokan pipa atau di tengah bentang pipa akan membuat kedudukan pipa menjadi kokoh. Pada sistem perpipaan yang panjang karena keberadaan unit pengolahan air yang cukup jauh dari bangunan sadap maka pemberian klor atau klorinasi awal pada pangkal sistem perpipaan dapat dipertimbangkan. Klorinasi pada air baku akan mengurangi pertumbuhan

lumut pada dinding dalam pipa dan meningkatkan kinerja unit pengolahan air. Jenis pipa ditentukan berdasarkan material pipanya, seperti CI, beton, baja, ACP, GI dan PVC (Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum, Tri Joko, 2010:154-157).

#### 1) Pipa *Asbestos Cement* (ACP)

Pipa *asbestos cement* terbuat dari kombinasi serat asbes dengan semen pada tekanan tinggi. Semua pipa *asbestos cement* mempunyai resistansi yang tinggi terhadap air tanah yang mengandung *sulfat* dan zat kimia lainnya. Seluruh kelas pipa *asbestos cement* mempunyai nominal diameter luar pipa yang sama, sehingga memungkinkan seluruh *range fitting* besi tuang dapat digunakan tanpa memerlukan pemakaian adaptor.



**Gambar 2.6 Pipa ACP**

Sumber : Internet

#### 2) Pipa PVC

Bahan utama untuk pembuatan pipa PVC adalah *Polyvinyl Chlorida*. Pipa PVC mempunyai resistansi terhadap asam organik, korosi, alkali dan garam dan pipa PVC lebih ramah lingkungan.



**Gambar 2.7 Pipa PVC**

Sumber : Internet

### 3) 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 400 mm. Keuntungan pemakaian pipa *ductile* dibandingkan dengan pipa besi tuang adalah pipa *ductile* lebih tahan terhadap benturan, sedangkan kelemahannya adalah kurang tahan terhadap karat.



**Gambar 2.8 Pipa *Ductile***

Sumber : Internet

#### 4) 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 *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 karat. Sedangkan kelemahan adalah materialnya berat, mempunyai *tensile strength* rendah, dan bersifat *brittle* (rapuh, keras tapi mudah pecah).



**Gambar 2.9 Pipa *Cast Iron***

Sumber : Internet

#### 5) Pipa Baja

Pipa baja dibuat dari bahan lembaran atau plat baja dengan pengelasan yang persyaratannya diatur menurut standar yang berlaku. Kelebihan pipa baja adalah mempunyai kekuatan tinggi serta mampu menahan tekanan inernal maupun eksternal. Kekurangannya tentu harganya sangat mahal.



**Gambar 2.10 Pipa Baja**

Sumber : Internet

6) Pipa GIP (*Galvanized Iron Pipe*)

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



**Gambar 2.11 Pipa GIP**

Sumber : Internet

d. Alat Pemantauan

Alat pemantauan dapat terdiri dari alat ukur debit dan alat ukur kualitas. Alat ukur debit biasanya berupa *water meter* namun dapat juga berupa *flow meter*. *Water meter* dipasang pada sistem perpipaan untuk

mengetahui kuantitas air yang melewati. Penyedia dan pengguna air baku memerlukan data jumlah kuantitas air yang disuplai atau dikonsumsi untuk membayar pajak air dan atau iuran pengelolaan prasarana sumber daya air. Pemasangan *water meter* perlu dilengkapi dengan sistem *by pass* agar manakala *water meter* mengalami perawatan maka pemasokan air masih dapat berlangsung dengan kontinyu. Alat pemantauan yang lain adalah sensor untuk memantau kualitas air. Parameter yang dipantau pada umumnya adalah pH dan kekeruhan. Parameter ini sangat mempengaruhi kuantitas kebutuhan bahan-bahan kimia untuk pengolahan air.



**Gambar 2.12 Water Meter**

Sumber : Internet

e. Bangunan Penunjang

Bangunan penunjang adalah bangunan tempat kegiatan penunjang berlangsung, misalnya rumah genset, gudang suku cadang, bengkel, dan ruang administrasi atau laboratorium. Genset pada rumah genset dibutuhkan untuk meningkatkan keandalan pasokan daya listrik. Bila pasokan daya listrik dari PLN belum ada maka penyediaan genset

cadangan perlu dipertimbangkan. Gudang suku cadang dan bengkel diperlukan agar proses perawatan dan perbaikan dilakukan segera di lokasi. Ruang administrasi atau laboratorium diperlukan untuk kegiatan administrasi dan juga penyiapan klorinasi.



**Gambar 2.13 Genset**

Sumber : Dokumentasi Pribadi

## **5. Tahapan Perencanaan Jaringan Perpipaan Air Minum**

Perencanaan jaringan pipa berawal dari penentuan daerah pelayanan dan perkiraan batas zona-zona pelayanan yang ada di daerah pelayanan. Berdasarkan daerah yang dilayani diidentifikasi subyek pemakai air dan kebutuhan air per orang. Pemakaian air dirinci di setiap zona kemudian dihitung kebutuhan air setiap zona pelayanan. Dari tabulasi kebutuhan air di setiap zona akan didapat seluruh kebutuhan air di daerah pelayanan. Adapun langkah-langkah dalam merencanakan jaringan pipa dapat dijelaskan sebagai berikut :

### **a. Kajian Terhadap Peta**

Kajian terhadap topografi lokasi perencanaan, kajian ini

dilakukan dengan menggunakan peta skala kurang lebih 1:10.000 sampai 1:25.000. Adapun yang harus diamati pada peta ini adalah lokasi pemukiman, sarana fasilitas sosial ekonomi, jalur jalan dan elevasi tanah (Dharmasetiawan 2004:V-2).

b. Proyeksi Jumlah Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan penduduk merupakan salah satu faktor penting dalam perencanaan kebutuhan air bersih. Analisa perkembangan jumlah penduduk digunakan untuk memperkirakan kebutuhan air bersih yang akan disediakan. Metode yang dipakai untuk menghitung pertumbuhan penduduk menggunakan metode yang sama untuk menghitung tingkat pertumbuhan penduduk. Untuk perhitungan proyeksi penduduk ada 5 metode yang dapat digunakan, tetapi 3 metode yang biasa digunakan dalam perhitungan, diantaranya :

1) Metode Least Square (Kuadrat Minimum) atau Regresi Linier

Metode Regresi Linier dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Hijriani dkk, 2016) :

$$P_n = a + b \cdot X$$

Rumus nilai korelasi

$$r^2 = \frac{(a \cdot \sum y) + b \cdot \sum(x \cdot y) - (\sum y)^2 / n}{(\sum y^2) - (\sum y)^2 / n}$$

Keterangan :

$P_n$  = Jumlah penduduk tahun proyeksi

$$a = \frac{(\sum y \cdot \sum x^2) - \sum x \cdot \sum(x \cdot y)}{(n \cdot \sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n \cdot \sum(x \cdot y) - \sum x \cdot \sum y}{(n \cdot \sum x^2) - (\sum x)^2}$$

X = Proyeksi tahun

x = Jumlah total tahun data

y = Jumlah total penduduk

n = Jumlah data (tahun)

r = Nilai korelasi

## 2) Metode Eksponensial

Proyeksi pertambahan penduduk dengan menggunakan metode Eksponensial dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Rusli, 1996) :

$$P_n = a \cdot e^{b \cdot x}$$

Rumus nilai korelasi

$$r^2 = \frac{(\ln a \cdot \sum \ln y) + b \cdot \sum(x \cdot \ln y) - (\sum \ln y)^2 / n}{(\sum \ln y)^2 - (\sum \ln y)^2 / n}$$

Keterangan :

P<sub>n</sub> = Jumlah penduduk tahun proyeksi

$$\ln a = \frac{\sum \ln y - (b \cdot \sum x)}{n}$$

$$b = \frac{\sum(x \cdot \ln y) - (\sum x \cdot \sum \ln y) / n}{\sum x^2 - (\sum x)^2 / n}$$

x = Proyeksi tahun

e = Bilangan eksponensial (2,7183)

n = Jumlah data (tahun)

y = Jumlah penduduk

$\ln a$  = Logaritma natural (untuk mencari nilai  $a$ )

$r$  = Nilai korelasi

### 3) Metode Logaritma

Metode Logaritma dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Susanto, 2018) :

$$P_n = a + b \cdot \ln x$$

Rumus nilai korelasi

$$r^2 = \frac{(a \cdot \sum y) + b \cdot \sum (y \cdot \ln x) - (\sum y)^2 / n}{\sum y^2 - (\sum y)^2 / n}$$

Keterangan :

$P_n$  = Jumlah penduduk tahun proyeksi

$$a = \frac{\sum y - b \cdot (\sum \ln x)}{n}$$

$$b = \frac{\sum (y \cdot \ln x) - (\sum \ln x \cdot \sum y / n)}{\sum (\ln x)^2 - \sum (\ln x)^2 / n}$$

$x$  = Proyeksi tahun

$\ln$  = Logaritma natural

$y$  = Jumlah penduduk

$n$  = Jumlah data (tahun)

$r$  = Nilai korelasi

Metode yang digunakan adalah metode yang hasil perhitungan korelasi datanya ( $r$ ) yang mendekati 1 (Bhaskoro, 2007:19-20).

#### c. Proyeksi Jumlah Fasilitas Sosial Ekonomi

Dalam menentukan kebutuhan air bersih yang berpengaruh

terhadap perencanaan instalasi juga harus memperhitungkan keberadaan fasilitas sosial ekonomi yang ada sekarang serta pengembangannya pada daerah rencana. Yang termasuk fasilitas sosial ekonomi dalam kaitannya dengan perencanaan distribusi air antara lain adalah tempat ibadah, perkantoran, pendidikan atau sekolah, sarana kesehatan, komersial, industri serta fasilitas sosial ekonomi lainnya. Perhitungan proyeksi fasilitas dapat dilakukan dengan pendekatan perbandingan jumlah penduduk sebagai berikut :

$$\frac{\text{Penduduk Tahun Proyeksi}}{\text{Penduduk Tahun Awal}} \times \text{Jumlah Fasilitas Tahun Awal} \\ = \text{Fasilitas Tahun Proyeksi}$$

d. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air total untuk suatu daerah perencanaan merupakan penjumlahan dari kebutuhan air domestik, non domestik ditambah sejumlah air untuk kehilangan air, pemadam kebakaran serta perkalian dengan faktor hari maksimum atau jam puncak (Dharmasetiawan, 2004:III 18-19).

1) Kebutuhan Domestik.

Kebutuhan air domestik sangat ditentukan oleh jumlah penduduk dan konsumsi perkapita. Kecenderungan populasi dan sejarah populasi dipakai sebagai dasar perhitungan kebutuhan air domestik terutama dalam penentuan kecenderungan laju pertumbuhan (Kodoatie dkk. 2008:174). Kebutuhan air per orang per hari disesuaikan dengan standar yang biasa digunakan dan kriteria

pelayanan berdasarkan pada kategori kotanya. Dalam kategori tertentu kebutuhan air per orang per hari berbeda-beda sebagaimana dapat dilihat pada tabel 2.2.

a) Kebutuhan Domestik

$$Q_D = Q_{SR} + Q_{HU}$$

b) Kehilangan Air

Kehilangan air adalah selisih antara jumlah air yang didistribusikan dengan jumlah air yang sampai di daerah pelayanan.

$$Q_h = (15 - 50)\% \times Q_{Ply}$$

c) Kapasitas Rata-rata Harian

Adalah kebutuhan air untuk keperluan domestik dan non domestik termasuk kehilangan air. Biasanya dihitung berdasarkan kebutuhan air rata-rata perorangan perhari dihitung dari pemakaian air setiap jam selama sehari 24 jam.

$$Q_{rata-rata} = Q_{Ply} \times Q_h$$

d) Kapasitas Hari Maksimum

Merupakan jumlah air terbanyak yang diperlukan pada satu hari dalam kurun waktu satu tahun berdasarkan nilai Q rata-rata harian. Diperlukan faktor fluktuasi kebutuhan harian maksimum dalam perhitungannya (Ditjen Cipta Karya DPU 1996:III-6).

$$Q_{h \max} = Q_{rata-rata} \times f \cdot H_{\max}$$

e) Kapasitas Jam Puncak

Adalah pemakaian air yang tertinggi dalam satu hari. Kebutuhan air pada jam puncak dihitung berdasarkan kebutuhan air harian rata-rata dengan menggunakan faktor pengali jam puncak (Ditjen Cipta Karya DPU 1996:III-6).

$$Q_{peak} = Q_{rata-rata} \times f_{peak}$$

Keterangan :

QD = Kebutuhan air domestik (L/hari)

QSR = Kebutuhan air untuk sambungan rumah (L/hari)

QHU = Kebutuhan air untuk hidran umum (L/hari)

Qply = Kebutuhan pelayanan (L/hari)

Qh = Banyaknya Kehilangan air (L/hari)

Qrata-rata = Kapasitas rata-rata (L/hari)

Qh max = Kapasitas hari maksimum (L/detik)

Qpeak = Kapasitas jam puncak (L/detik)

$f.H$  max = Faktor hari maksimum

$f_{peak}$  = Faktor jam puncak

**Tabel 2.2** Kriteria Kebutuhan Air Domestik

No.	URAIAN	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk ( Jiwa )				
		> 1.000.000 METRO	500.000 – 1.000.000 BESAR	100.000 – 500.000 SEDANG	20.000 – 100.000 KECIL	< 20.000 DESA
1	Konsumsi Sambungan Rumah ( L/org/hari)	190	170	150	130	100
2	Konsumsi Hidran Umum (L/org/hari)	30	30	30	30	30
3	Konsumsi Non Domestik (L/org/hari) - %	20 -30	20 – 30	20 – 30	20 – 30	10 – 20
4	Kehilangan Air (%)	20 – 30	20 – 30	20 – 30	20 – 30	20
5	Faktor Hari Maksimum	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
6	Faktor Jam Puncak	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
7	Jumlah Jiwa per SR	5	5	6	6	10
8	Jumlah Jiwa per HU	100	100	100	100 – 200	200
9	Sisa Tekan di Jaringan Distribusi (mka)	10	10	10	10	10
10	Jam Operasi	24	24	24	24	24
11	SR : HU	50 : 50 s.d. 80 : 20	50 : 50 s.d. 80 : 20	80 : 20	70 : 30	70 : 30
12	Cakupan pelayanan	* 90	90	90	90	**70

Sumber : Ditjen Cipta Karya DPU, 1997

Keterangan :

\*) 60 % perpipaan ; 30 % non perpipaan

\*\*\*) 25 % perpipaan ; 45 % non perpipaan

## 2) Kebutuhan non Domestik

Kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air untuk memenuhi sarana kota, seperti sarana sosial, sarana ibadah, industri, niaga dan sarana umum lainnya, sebagaimana tercantum dalam tabel 2.3.

**Tabel 2.3** Kriteria Kebutuhan Air Non Domestik

No.	URAIAN	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk ( Jiwa )				
		> 1.000.000 METRO	500.000 – 1.000.000 BESAR	100.000 – 500.000 SEDANG	20.000 – 100.000 KECIL	< 20.000 DESA
1	Sekolah (L/murid/hari)	10	10	10	10	5
2	Rumah Sakit (L/temp.tidur/hari)	200	200	200	200	200
3	Puskesmas/BKIA (m3/hari)	2	2	2	2	1,2
4	Masjid/gereja (m3/hari)	1 – 2	1 – 2	1 – 2	1 – 2	1 – 2
5	Kantor (L/pegawai/hari)	10	10	10	10	10
6	Pasar (m3/ha/hari)	12	12	12	12	12
7	Hotel/losmen (L/temp.tidur/hari)	150	150	150	150	90
8	Rumah makan (L/temp.duduk/hari )	100	100	100	100	100
9	Komplek Militer (L/orang/hari)	60	60	60	60	60
10	Kawasan industri (L/dtk/ha)	0,2 – 0,8	0,2 – 0,8	0,2 – 0,8	0,2 – 0,8	10 L/pekerja/hari
11	Kawasan Pariwisata (L/dtk/ha)	0,1 – 0,3	0,1 – 0,3	0,1 – 0,3	0,1 – 0,3	0,1 – 0,3

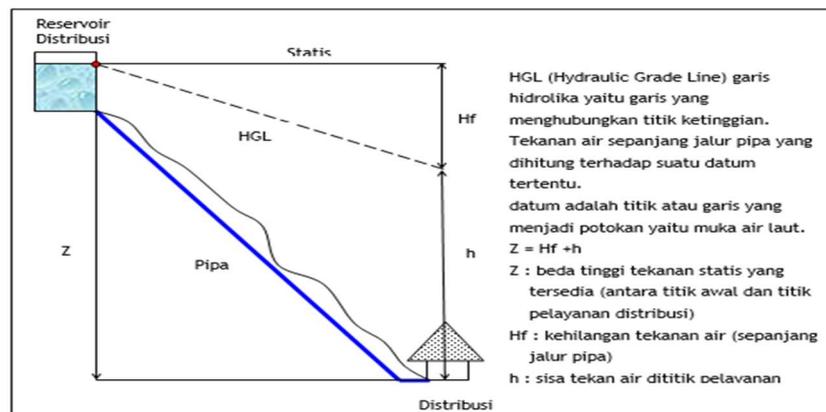
Sumber : Ditjen Cipta Karya DPU , 1997

## 6. Sistem Hidrolis atau Pengaliran

Distribusi air bersih dapat dilakukan dengan beberapa cara, tergantung kondisi topografi yang menghubungkan sumber air dengan konsumen. Berikut beberapa cara pengaliran distribusi air bersih (Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum, Tri Joko 2010:15) :

### a. Sistem Gravitasi

Sistem gravitasi dapat diterapkan apabila sumber air atau *reservoir* mempunyai perbedaan ketinggian yang cukup besar di atas daerah pelayanan. Sistem ini dianggap cukup ekonomis, karena hanya memanfaatkan beda ketinggian lokasi.

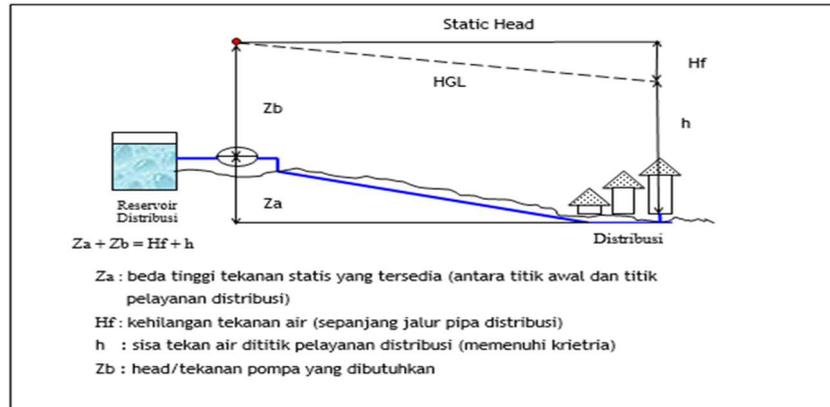


**Gambar 2.14 Sistem Gravitasi**

Sumber : Dokumen Pribadi

### b. Sistem Pemompaan

Pada sistem ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari *reservoir* distribusi ke konsumen. Sistem ini digunakan jika daerah pelayanan merupakan daerah yang datar dan tidak ada daerah yang berbukit.

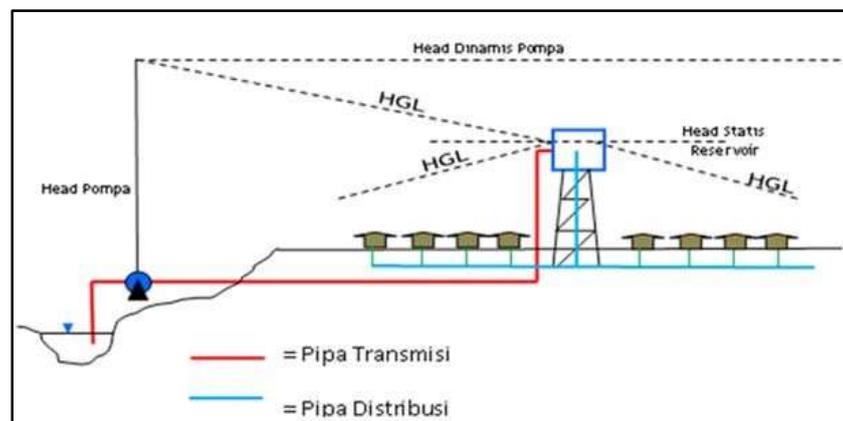


**Gambar 2.15 Sistem Pemompaan**

Sumber : Dokumen Pribadi

c. Sistem Gabungan

Pada sistem gabungan, *reservoir* digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi dan pada kondisi darurat, misalnya saat terjadi kebakaran. 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 2.16 Sistem Gabungan**

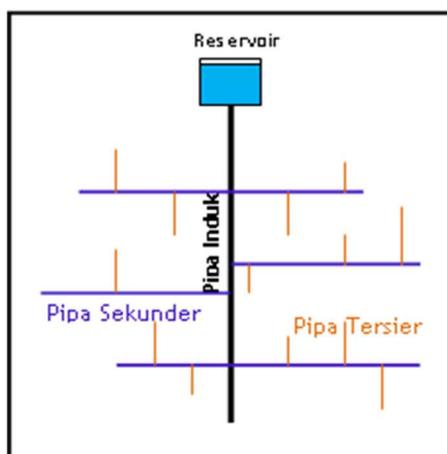
Sumber : Dokumen Pribadi

## 7. Sistem Jaringan Distribusi

Sistem jaringan distribusi adalah rangkaian pipa yang berhubungan dan digunakan untuk mengalirkan air ke konsumen. Tata letak distribusi ditentukan oleh kondisi topografi daerah layanan dan lokasi pengolahan. Jaringan distribusi dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Tri Joko 2020:17):

### a. 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.

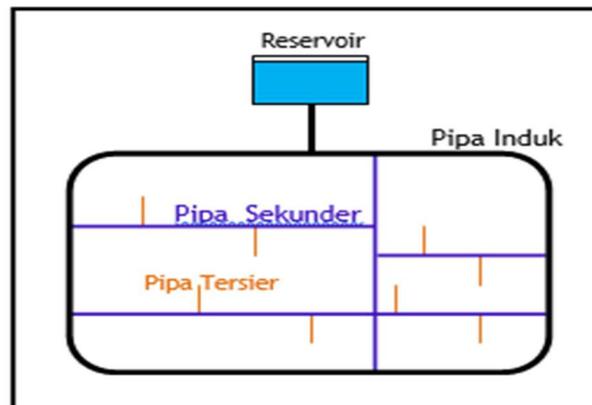


**Gambar 2.17 Sistem Cabang (*Branch*)**

Sumber : Dokumen Pribadi

### b. 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 bersirkulasi.

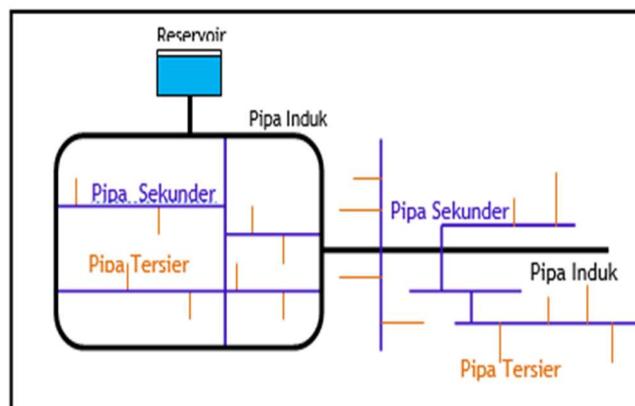


**Gambar 2.18 Sistem Melingkar (Loop)**

Sumber : Dokumen Pribadi

c. Sistem Gabungan (*Loop and Branch System*)

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



**Gambar 2.19 Sistem Gabungan**

Sumber : Dokumen Pribadi

## 8. Sistem Perpipaan Distribusi

Bhaskoro (2007:7-12) sistem perpipaan distribusi yang digunakan untuk mengalirkan air bersih ke konsumen terdiri dari :

a. Pipa Hantar (*Pipe Feeder*)

- 1) Pipa Primer atau Induk

Pipa primer adalah pipa yang berfungsi membawa air minum dari instalasi pengolahan atau *reservoir* distribusi ke suatu zona atau daerah pelayanan.

- 2) Pipa Sekunder

Pipa sekunder adalah pipa yang disambungkan dan tergantung pada pipa primer, serta mempunyai diameter yang sama atau kurang dari diameter pipa primer.

- b. Pipa Pelayanan

- 1) Pipa Tersier

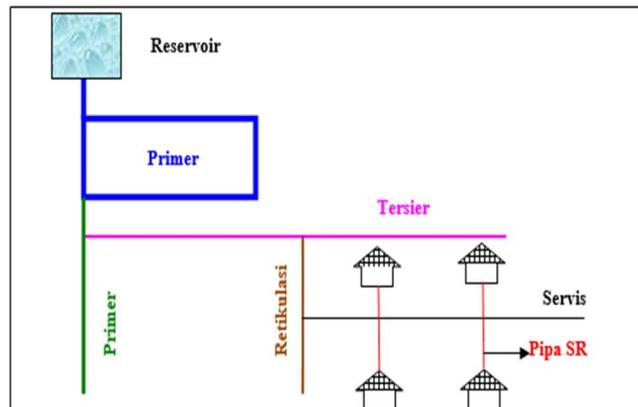
Pipa tersier dapat disambungkan langsung pada pipa sekunder atau pipa primer. Fungsi pipa ini adalah pipa retikulasi.

- 2) Pipa Retikulasi

Pipa ini umumnya memiliki diameter 25 mm - 150 mm, dan berfungsi mendistribusikan air dari jaringan utama ke konsumen. *Taping* untuk sambungan rumah sebaiknya dilakukan pada pipa ini.

- 3) Pipa Servis atau Pipa Sambungan Rumah

Pipa servis merupakan pipa yang dihubungkan langsung ke konsumen dan dapat disambungkan langsung pada pipa retikulasi atau pipa tersier.



**Gambar 2.20 Sistem Perpipaan Distribusi**

Sumber : Dokumen Pribadi

## 9. Sistem Waktu Pengaliran

Sistem waktu pengaliran adalah sistem dimana air didistribusikan yang dipengaruhi oleh kuantitas sumber air baku yang tersedia dan keadaan sosial ekonomi masyarakat (Bhaskoro, 2007:10-13). Sistem waktu pengaliran ada 2 macam, yaitu :

### a. Sistem *Continuous*

Merupakan sistem berkelanjutan atau berkesinambungan, dalam arti sistem distribusi dimana air minum yang ada akan disuplai dan didistribusikan secara terus menerus selama 24 jam. Sistem ini biasanya diterapkan jika pada setiap waktu kuantitas air minum yang ada dapat memenuhi seluruh kebutuhan konsumen didaerah pelayanan tersebut.

### b. Sistem *Intermitten*

Merupakan sistem dimana air minum yang disuplai dan di distribusikan kepada konsumen hanya selama beberapa jam dalam satu hari, biasanya 2 atau 4 jam pagi hari dan 2 atau 4 jam pada sore hari.

Sistem ini dipilih terutama bila kuantitas dan tekanan air tidak cukup tersedia dalam sistem.

## 10. Perlengkapan Pipa Distribusi

Menurut Peraturan Menteri PU No.17 Tahun 2007:65-66, untuk menunjang sistem distribusi agar dapat berfungsi secara teratur, peralatan yang diperlukan antara lain :

### a. 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*.

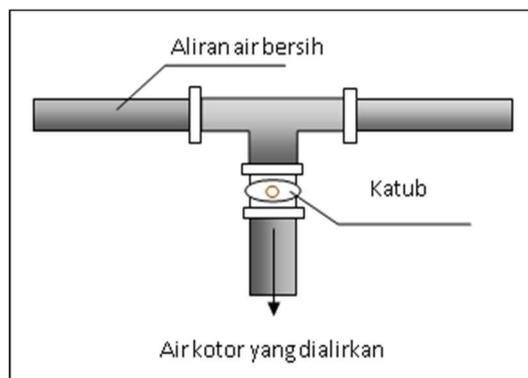


**Gambar 2.21 *Gate Valve***

Sumber : Dokumentasi Pribadi

b. Katup Penguras (*Wash Out*)

Katup penguras dipasang pada tempat–tempat yang relatif rendah sepanjang jalur transmisi dan distribusi yaitu dimana lumpur atau kotoran terakumulasi dan memungkinkan pengurasan dilakukan secara gravitasi, pada ujung pipa yang mendatar dan menurun dan titik awal jembatan pipa. Katup penguras ini berfungsi untuk mengeluarkan lumpur atau endapan yang terperangkap dalam pipa.



**Gambar 2.22 Katup Penguras**

Sumber : Dokumen Pribadi

c. Katup Udara (*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.



**Gambar 2.23 Katup Udara (*Air Valve*)**

Sumber : Dokumentasi Pribadi

d. Hidran Kebakaran

Dalam sistem jaringan distribusi yang direncanakan, selain sistem tersebut dapat mengemban misi dalam melayani konsumen air bersih, juga harus dapat menyediakan air bagi keperluan penanggulangan kebakaran. Dalam penyediaan air untuk penanggulangan kebakaran ini, penempatan hidran, debit, dan tekanannya harus benar-benar teliti. Hidran kebakaran hanya ditempatkan pada pipa dengan diameter yang memungkinkan dan mempunyai tekanan yang memenuhi syarat bagi hidran kebakaran.



**Gambar 2.24 Hidran Kebakaran**

Sumber : Dokumentasi Pribadi

## 11. Hidraulika Perpipaan Perencanaan Sistem Distribusi

Hidrolika adalah ilmu yang mempelajari perilaku air secara fisik dalam arti perilaku-perilaku yang ditelaah harus terukur secara fisik. Perilaku yang dipelajari meliputi hubungan antara debit air yang mengalir dalam pipa dikaitkan dengan diameter pipanya sehingga dapat diketahui gejala-gejala timbulnya tekanan, kehilangan energi, dan gaya-gaya lainnya yang timbul (Dharmasetiawan, 2004:II-1).

Hidrolika pada jaringan distribusi merupakan sebuah konsep dasar yang sangat menentukan lancarnya segi kontinuitas dan kuantitas air. Segi kontinuitas jaringan distribusi adalah berkaitan dengan stabilnya tekanan pada jaringan pipa, tekanan minimum pada jaringan yang diperlukan supaya air dapat mengalir dengan debit yang cukup dari setiap *outlet* rumah konsumen adalah 1 bar atau 10 mka. Sedangkan segi kuantitas adalah berkaitan dengan cukupnya debit yang diterima oleh konsumen.

### a. Debit Aliran

$$Q = \frac{V}{t}$$

Keterangan :

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

V = Volume air (m<sup>3</sup>)

t = Waktu (dtk)

### b. Kehilangan Tekanan

Kehilangan tekanan selama pengaliran melalui pipa dipengaruhi oleh faktor gesekan pipa. Ada 2 macam kehilangan tekanan, yaitu :

1) Kehilangan Tekanan Primer (*Major Losses*)

*Major losses* adalah kehilangan tekanan yang terjadi pada pipa sepanjang pipa lurus. Dapat diketahui dengan perhitungan menggunakan persamaan *Hazen – Williams*. Secara umum rumus *Hazen – Williams* adalah (Dharmasetiawan, 2004: II-7) :

$$Q = 0,2785 \times Chw \times D^{2,63} \times S^{0,54}$$

$$HL = \left( \frac{Q}{0,2785 \times Chw \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L$$

Keterangan :

HL = *Mayor losses* sepanjang pipa lurus (m)

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

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter pipa (m)

Chw = Koefisien *Hazen – Williams*

S = HL/L

**Tabel 2.4** Koefisien *Hazen William*

No.	Jenis (Material) Pipa	Nilai C Perencanaan
1	Asbes-Cement	120
2	<i>Poly Vinyl Chloride</i> (PVC)	120 -140
3	<i>High Density Poly Ethylene</i> (HDPE)	130
4	<i>Medium Density Poly Ethylene</i> (MDPE)	130
5	<i>Ductile Cast Iron Pipe</i> (DCIP)	110
6	Besi Tuang <i>Cast Iron</i> (CIP)	110
7	<i>Galvanized Iron Pipe</i> (GIP)	110
8	<i>Steel Pipe</i> (Pipa Baja)	110

Sumber : (Dharmasetiawan, 2004:II-9)

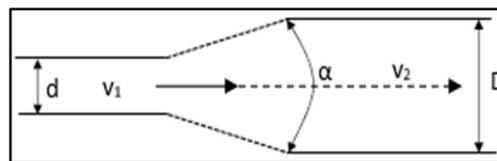
## 2) Kehilangan Tekanan Sekunder (*Minor Losses*)

*Minor losses* terjadi akibat perubahan penampang pipa, sambungan, belokan, dan katup. Kehilangan tenaga akibat gesekan pada pipa panjang biasanya jauh lebih besar dari pada kehilangan tenaga sekunder, sehingga pada keadaan tersebut biasanya kehilangan tenaga sekunder diabaikan. Untuk memperkecil kehilangan tenaga sekunder, perubahan penampang atau belokan jangan dibuat mendadak tapi berangsur-angsur (Joko, 2010:A-29).

### a) Pembesaran penampang

Kehilangan energi pada saluran yang melebar secara berangsur-angsur dapat diperhitungkan dengan menggunakan persamaan :

$$hm = K \cdot \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g}$$

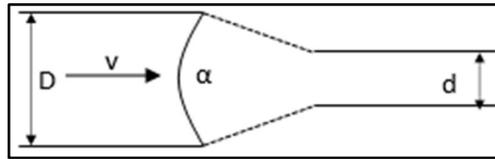


**Gambar 2.25 Pembesaran Berangsur-angsur**

### b) Pengecilan Penampang

Pada pengecilan penampang secara berangsur-angsur maka kehilangan tenaga dihitung dengan persamaan :

$$hm = K \cdot \frac{V_2^2}{2g}$$



**Gambar 2.26** Pengecilan Berangsur-angsur

**Tabel 2.5** Nilai K Sebagai Fungsi  $\alpha$

$\alpha$	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$	$60^\circ$	$75^\circ$
K	0,078	0,31	0,49	0,60	0,67	0,72	0,72

Sumber : Triatmodjo, 2004:61

c) Belokan Pipa

Kehilangan tenaga pada belokan tergantung pada sudut belokan. Persamaan untuk kehilangan tenaga pada belokan adalah:

$$hm = Kb \cdot \frac{V^2}{2g}$$

**Tabel 2.6** Koefisien  $Kb$  Sebagai Fungsi Sudut Belokan  $\alpha$

$\alpha$	$20^\circ$	$40^\circ$	$60^\circ$	$80^\circ$	$90^\circ$
$Kb$	0,05	0,14	0,38	0,74	0,98

Sumber : Triatmodjo, 2004:64

c. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran dalam pipa juga dibatasi dengan nilai-nilai tertentu. Kecepatan aliran yang terlalu tinggi bisa mengakibatkan penggerusan permukaan pipa, sedangkan pada jalur jaringan berkecepatan rendah akan mengakibatkan pengendapan. Batas kecepatan di dalam pipa yang bisa digunakan yaitu (DPU Cipta Karya dalam Bhaskoro, 2007:1) :

1) Transmisi :

a) Kecepatan : 0,3 m/dtk - 5 m/dtk

2) Distribusi :

a) Kecepatan maksimum : 3,0 m/dtk (PVC)

: 6,0 m/dtk (GI)

b) Kecepatan minimum : 0,3 m/dtk

Kecepatan aliran dapat diketahui dengan perhitungan persamaan sebagai berikut :

$$V = \frac{Q}{A}$$

Keterangan :

V = Kecepatan aliran (m/dtk)

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

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

d. Tekanan Air

Tekanan minimum yang diijinkan pada titik konsumen terjauh (kritis) adalah 1 Atm sampai dengan 1,5 Atm (DPU Cipta Karya dalam Bhaskoro, 2007:1).

## 12. EPANET 2.0

Rossman (2004,I:1-3) *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 di analisa.
- 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.

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

- a. Panjang pipa.
- b. Elevasi.
- c. Kebutuhan air (*base demand*).
- d. Pola pemakaian air.

e. *Head* di titik pengambilan.

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.

*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 atau selisih (koefisien) hasil data *EPANET 2.0* dengan hasil di lapangan.

### **13. Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Pelaksanaan suatu proyek tidak terlepas dari anggaran biaya yang diperlukan. Beberapa fungsi dan manfaat RAB adalah sebagai berikut :

- a. Bagi pemilik (*owner*), RAB dibuat setidaknya sebagai alat bantu menentukan biaya investasi modal yang dibutuhkan, mengatur perputaran pembiayaan (*cash flow*) juga kelayakan ekonomi proyek.
- b. 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.

- c. 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.

#### **14. *Full Cost Recovery (FCR)***

*Full Cost Recovery* atau pemulihan biaya penuh merupakan tarif air minum yang dihitung dan ditetapkan untuk mendukung biaya operasional. FCR diatur pada Permendagri (Peraturan Kementerian Dalam Negeri) No. 21 Tahun 2020 Pasal 5 ayat 1 dan 2 mengenai pemulihan biaya secara penuh, yang menyatakan bahwa :

- a. Pemulihan biaya penuh ditujukan untuk menutup kebutuhan operasional.
- b. Pemulihan biaya penuh ditetapkan berdasarkan perhitungan tarif rata-rata sama dengan biaya dasar.

Tarif rata-rata yang dimaksud ialah total pendapatan tarif dibagi total volume air terjual, sementara biaya dasar adalah biaya yang dikeluarkan dalam memproduksi tiap meter kubik air minum. Biaya dasar dihitung berdasarkan dasar biaya usaha dibagi volume air yang terproduksi dan dikurangi volume kehilangan air faktual dalam 1 tahun.

## **B. Tinjauan Pustaka**

Berdasarkan dari judul penelitian yang dibuat oleh penulis “PERENCANAAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI DESA BANJARAGUNG KECAMATAN WARUREJA KABUPATEN TEGAL” maka penulis akan menjelaskan tentang referensi yang melatar belakangi serta mendukung penelitian penulis.

### **1. Almira Pamela Qifta (2016) dalam Penelitian Analis Sistem Distribusi Air Bersih Daerah Pelayanan Zona 6 PDAM Tirta Pakuan Bogor Jawa Barat**

Penelitian tentang analisis kinerja sistem distribusi air bersih yang meliputi kualitas air, kuantitas (debit) dan kontinuitas, melakukan analisis kecukupan air bersih serta melakukan analisis hidrolika yang meliputi parameter tekanan, kecepatan dan *headloss*. Berdasarkan analisis yang dilakukan, kualitas air bersih di daerah pelayanan zona 6 telah memenuhi syarat baku mutu Permenkes No 492/Menkes/Per/IV/2010. Namun, pasokan air sering terhenti di daerah pelayanan yang disebabkan oleh kebocoran. Kebutuhan air di daerah pelayanan zona 6 sudah tercukupi, karena kebutuhan air sebesar 125,6 l/dtk sedangkan total produksi air sebesar 132,1 l/dtk. Berdasarkan analisis dengan software *EPANET 2.0*, nilai tekanan tertinggi terjadi pada node 8 sebesar 8,8 bar dan terendah pada node 12 sebesar 0,1 bar. Nilai *headloss* tertinggi sebesar 9,39 m dan kecepatan tertinggi sebesar 1,37 m/dtk terjadi pada pipa 1. Nilai *headloss* terendah sebesar 0,07 m dan kecepatan terendah 0,07 m/dtk terjadi pada

pipa 6.

## **2. Merida Kristia (2016) dalam Penelitian Perencanaan Sistem Penyediaan Air Baku di Kecamatan Punduh Pidada dan Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kebutuhan air, ketersediaan sumber air, perencanaan pendukung seperti bak pelepas tekan, broncaptering, bak pelayanan umum dan rencana anggaran biaya. Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Punduh Pidada dan Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran. Dalam penelitian ini kebutuhan air dihitung berdasarkan jumlah penduduk di Kecamatan Punduh Pidada dan Kecamatan Padang Cermin. Sumber air yang digunakan adalah Lebak Sari I dan Lebak Sari II. Jumlah ketersediaan air dihitung dengan metode *F.J. Mock* yakni debit andalan 98%.

Berdasarkan perhitungan, kebutuhan air domestik untuk Kecamatan Padang Cermin adalah 32,46 l/dtk dan Punduh Pidada Kecamatan adalah 10 l/dtk untuk tahun 2015. Selama 20 tahun berikutnya, permintaan air menjadi 19,82 l/dtk untuk Kecamatan Punduh Pidada dan 71,18 l/dtk untuk Kecamatan Padang Cermin. Biaya keuangan konstruksi diperkirakan sekitar miliaran rupiah. Analisis neraca air menunjukkan bahwa ketersediaan air masih mampu menangani kebutuhan air di kedua Kecamatan.

### **3. Mohammad Furqon Azmil Umur (2020) dalam Penelitian Perencanaan Jaringan Distribusi Penyediaan Air Bersih di Kecamatan Pangkah Kabupaten Tegal**

Desa Pener, Desa Penusupan dan Desa Depok, Kecamatan Pangkah, Kabupaten Tegal belum memiliki sistem penyediaan air bersih dari PERUMDA Air Minum Tirta Ayu Kabupaten Tegal. Saat ini dilokasi Tiga desa tersebut masih kekurangan air bersih untuk keperluan sehari-hari karena air sumur berwarna kuning dan bau sehingga tidak digunakan untuk konsumsi sehari-hari. PERUMDA Air Minum Tirta Ayu Kabupaten Tegal memiliki potensi untuk membangun Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) diwilayah 3 desa tersebut, dengan memanfaatkan reservoir eksisting sebagai suplay air bersih ke wilayah pelayanan, sehingga dapat dimanfaatkan warga untuk memenuhi kebutuhan air bersih setiap hari.

Sistem penyediaan air bersih direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Desa Pener, Desa Penusupan dan Desa Depok selama 10 tahun sampai tahun 2029. Berdasarkan hasil proyeksi pertumbuhan penduduk menggunakan metode *exponensial* di dapat jumlah penduduk pada tahun 2029 adalah 48.386 jiwa dan untuk kebutuhan air bersih mencapai 101,87 l/dtk. Perencanaan sistem penyediaan air bersih menggunakan sistem gravitasi yang akan dialirkan dari reservoir sampai ke pipa distribusi di wilayah pelayanan. Untuk mendesain sistem penyediaan air bersih perpipaan menggunakan software *Epanet 2.0*.

#### **4. Nurul Helmi Hartanti (2019) dalam Penelitian Analisa Kinerja dan Efisiensi Energi Pompa Produksi di Unit Papahan PDAM Tirta Lawu Kabupaten Karanganyar**

PDAM Tirta Lawu Kabupaten Karanganyar memiliki persediaan air minum yang berasal dari mata air dan sumur dalam, sistem pengalirannya dengan gravitasi dan pompa. Salah satu pompa produksi yang berlokasi di unit Papahan pernah mengalami beberapa gangguan seperti sering *tripping* dan penurunan debit. Tujuan penelitian untuk menghitung kinerja sistem pompa, menghitung nilai efisiensi energi sistem pompa dan menganalisis peluang kenaikan nilai efisiensi energi sistem pompa. Metodologi yang digunakan untuk mengetahui kinerja dan efisiensi energi pompa dilakukan dengan pengukuran debit, tekanan, arus, tegangan dan faktor daya. Untuk memperoleh peluang peningkatan efisiensi energi sistem pompa dibandingkan dengan kriteria efisiensi total pompa. Hasil pengukuran diperoleh nilai kinerja pompa beroperasi dengan kinerja di atas nilai perencanaan. Kapasitas semula pada *name plate* sebesar 95 m<sup>3</sup>/h, namun mampu memproduksi hingga 125,65 m<sup>3</sup>/jam dengan *head* 54,5 m. Berdasarkan kurva pompa Grundfos SP 96 - 6 efisiensi pompa terpasang yaitu 77,8 % sedangkan efisiensi pompa dalam kondisi nyata sebesar 50 %, nilai efisiensi total sebesar 63,21 % dan nilai SEC 0,15056 kW jam/m<sup>3</sup>. Berdasarkan kriteria nilai efisiensi total yang melebihi 60%, maka pompa tersebut masih layak dipergunakan tanpa perlu diperbaiki ataupun adanya pergantian.

## **5. Dewi Ambar Fatonah (2016) dalam Penelitian Evaluasi Operasi dan Efisiensi Kinerja Pompa Transmisi Unit Ngaglik PDAM Tirta Marta Kota Yogyakarta**

Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Marta Kota Yogyakarta memiliki sistem penyediaan air minum terdiri dari: sumber, sistem transmisi, IPAM (Instalasi Pengolahan Air Minum), serta sistem jaringan distribusi. Operasi pengaliran sumber Unit Ngaglik menggunakan pompa submersible. Penggunaan pompa dengan kapasitas besar mengakibatkan tingginya biaya operasi energi listrik. PDAM memiliki kendala di bidang produksi, khususnya pada kebutuhan yang tidak terpenuhi. Analisis kemampuan kinerja pompa dan efisiensi pompa sebagai evaluasi untuk mencari solusi guna meningkatkan kinerja pompa. Dalam memenuhi kebutuhan jaringan, evaluasi kinerja pompa dilakukan untuk meningkatkan kinerja dan efisien dalam menyeimbangkan antara sumber terhadap kebutuhan, dalam pemenuhan kebutuhan air konsumen khususnya di Unit Pelayanan Gemawang.

Evaluasi kinerja pompa dilakukan dengan metode wawancara, observasi, praktik lapangan dan study literatur, analisis dilakukan dengan metode pendekatan analisa kapasitas sumber terhadap kebutuhan dengan menggunakan analisa kurva pompa. Kapasitas sumber terhadap kebutuhan dipengaruhi oleh ketersediaan air sumber dalam memenuhi kebutuhan dengan faktor tekanan yang mengukur kapasitas pompa dalam efisiensi terbaik, sehingga diketahui titik kerja optimum pompa. Efisiensi sistem

dilihat dari daya yang dibutuhkan berbanding dengan daya yang dikeluarkan. Efisiensi energi sangat dipengaruhi dari cara pengoperasian pompa, perawatan, dan pengendalian sistem.

Kemampuan pompa dalam menghisap zat cair pada efisiensi rendah disebabkan oleh ketersediaan sumber air yang tidak memenuhi kebutuhan, dengan selisih antara debit rencana terhadap debit operasi sebanyak 49,94 l/dtk. Efisiensi pompa mengalami penurunan, sehingga efisiensi sistem menjadi rendah karena efisiensi dibawah 55%, disebabkan oleh pengoperasian pompa menggunakan spesifikasi pompa yang besar tetapi pompa dioperasikan pada debit yang relatif kecil. Kinerja pompa/sistem dapat ditingkatkan dengan melakukan pengendalian sistem pompa.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

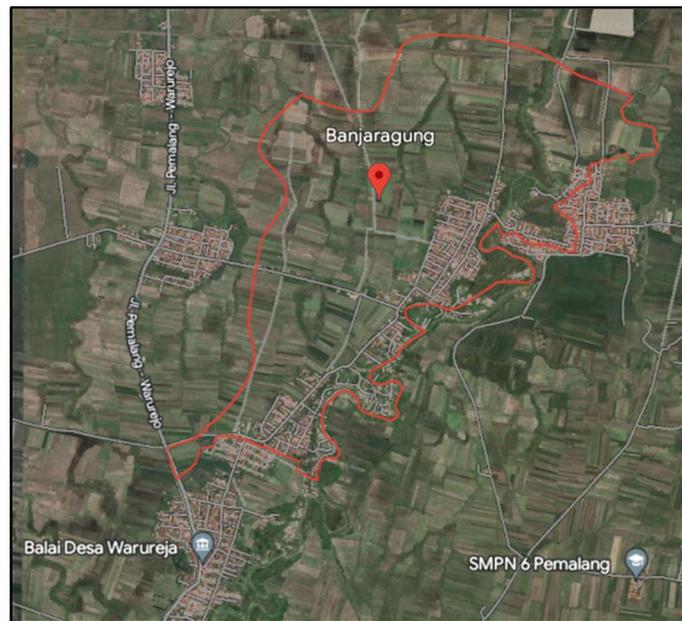
#### **A. Metode Penelitian**

Penelitian tentunya membutuhkan 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 diskriptif 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. Tempat dan Waktu Penelitian**

##### **1. Lokasi Penelitian**

Desa Banjaragung terletak di Kecamatan Warureja Kabupaten Tegal yang berbatasan langsung dengan Kabupaten Pemasang. Desa Banjaragung memiliki luas wilayah 414,76 km<sup>2</sup> dengan ketinggian 3 m diatas permukaan laut. Sebagian besar Desa Banjaragung adalah daerah persawahan.



**Gambar 3.1 Peta Desa Banjaragung**

Sumber : *Google Earth*

## 2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada awal Bulan April sampai dengan akhir Bulan Juni 2023.

## C. Alat

Peralatan yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

### 1. Laptop dan Komputer

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

### 2. Perangkat Lunak (*software*)

a. *Microsoft Word* digunakan untuk melakukan penulisan hasil penelitian.

- b. *Microsoft Excel* digunakan untuk mengolah dan menganalisis data yang telah dikumpulkan.
- c. *Google Earth* digunakan untuk digitasi peta.
- d. *Autocad 2013* digunakan untuk menggambar peta hasil survey penelitian.
- e. *EPANET 2.0* digunakan untuk melakukan permodelan dan mengerjakan analisis hidrolis dari sistem jaringan yang telah ditentukan.

### **3. Alat Cetak**

- a. *Printer* untuk mencetak hasil penelitian.
- b. Kertas A4 berat 80 gram.
- c. Kertas A3 berat 80 gram.

### **4. Alat Ukur**

- a. *Manometer* digunakan untuk mengukur tekanan air di suatu titik pengambilan yang telah ditentukan.
- b. *Stopwatch* digunakan untuk mengukur dan mengkonversi nilai dari debit suatu aliran air yang keluar melalui pipa.

### **5. Alat Tulis**

Digunakan untuk mencatat suatu hasil survey dan pengamatan dilokasi penelitian.

### **6. Alat Dokumentasi**

Alat dokumentasi yang dimaksud yaitu kamera *handphone* digunakan untuk melakukan pemotretan meter induk dan *manometer* setiap jam guna memperoleh pola pemakaian yang mendekati daerah rencana

pelayanan.

#### **D. Sumber Data**

##### **1. Data Primer**

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

- a. Jenis pipa.
- b. Panjang pipa.
- c. Elevasi.
- d. Kebutuhan air (*Base demand*).
- e. Pola pemakaian air.

**Tabel 3.1** Data Primer

No.	Data	Sumber Data	Keterangan
1	Bahan Pipa	Memperoleh dari rencana bahanpipa 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>
5	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>
6	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>

**Tabel 3.2** Rencana Pengambilan Data Panjang Pipa dan Elevasi

No.	Rencana Node		Elevasi (m)		Rencana Panjang Pipa (m)
	Dari	Ke	Dari	Ke	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
dst					

**Tabel 3.3** Rencana Pengambilan Data Debit Air dan Fluktuasi Pemakaian

No.	Waktu	Pemakaian		Pola Pemakaian
		m <sup>3</sup> /jam	l/dtk	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
Jumlah				
Rata-rata				

## 2. Data Sekunder

Merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung dalam penelitian, data ini didapat dari Pemerintahan sebagai dasar perhitungan untuk melakukan analisa penelitian :

- a. Kondisi topografi.
- b. Data jumlah penduduk.

- c. Peta administrasi daerah rencana.
- d. Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)
- e. UMK Kabupaten Tegal 2023.

**Tabel 3.4** 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 situs BPS Kabupaten Tegal	Sebagai perhitungan proyeksi penduduk dan dasar perhitungan kebutuhan air
3	Peta wilayah administrasi	Memperoleh dari Bagian Perencanaan Perumda TirtaAyu Kabupaten Tegal	Sebagai dasar penentuan rencana pengembangan jaringan pipa
4	Analisa Harga Satuan Pekerjaan	Diperoleh dari situs <a href="http://disperkim.tegalkab.go.id">disperkim.tegalkab.go.id</a>	Digunakan untuk menghitung RAB pekerjaan jaringan pipa distribusi
5	UMK Kabupaten Tegal 2023	Memperoleh dari situ <a href="http://tegalkab.go.id">tegalkab.go.id</a>	Sebagai perhitungan tarif air

## E. Metode Pengumpulan Data

### 1. Observasi

Melakukan pengamatan langsung pada lokasi penelitian dan kondisi

jaringan distribusi yang telah ditentukan.

## **2. Studi Literatur**

Membaca referensi tentang perencanaan distribusi air bersih dan konsepnya untuk diterapkan pada penelitian.

## **3. Survey Lapangan**

Melakukan pengamatan langsung ketempat rencana guna memperoleh data primer.

## **F. Metode Analisa 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 5 tahun terakhir dari buku yang diterbitkan BPS Kabupaten Tegal dengan judul Kecamatan Warureja Dalam Angka.
- b. Menghitung rata-rata laju pertumbuhan penduduk dengan menggunakan 3 metode proyeksi penduduk yaitu Regresi Linier, Eksponensial, Logaritma.
- c. Metode proyeksi yang digunakan adalah metode yang mempunyai nilai korelasi ( $r$ ) yang mendekati angka 1.

### **2. Kebutuhan Air**

- a. Mengetahui kebutuhan air domestik berdasarkan jumlah penduduk dan

kebutuhan air non domestik.

- b. Proyeksi penduduk digunakan untuk mencari kebutuhan air.

### **3. Elevasi**

- a. Mengukur ketinggian wilayah setiap *node* dengan menggunakan pendekatan program *Google Earth*.
- b. Hasil pengukuran ketinggian tiap *node* kemudian dibuatkan tabel.

### **4. Jarak**

- a. Jarak tiap *node* didapatkan dari hasil pendekatan menggunakan program *Google Earth*. Jalur pipa distribusi mengikuti jalan desa dilokasi yang akan dilayani.
- b. Hasil pengukuran panjang tiap *node* kemudian dibuat tabel.

### **5. Sketsa Jaringan**

- a. Sketsa jaringan pipa distribusi berdasarkan peta dan jalan desa yang telah ditentukan.
- b. Memasukkan sketsa bentuk jaringan tersebut ke dalam program *EPANET 2.0*.

### **6. Pola Pemakaian**

- a. Mengamati pola pemakaian air selama 24 jam di wilayah yang karakteristiknya sama dengan wilayah rencana.
- b. Menganalisa pola pemakaian air 24 jam guna mengetahui jam puncak dan jam minimum.
- c. Memasukkan pola pemakaian air 24 jam ke dalam *software EPANET 2.0*.

## G. Tahapan Penelitian

### 1. Pengumpulan Data

#### a. Data Primer

##### 1) Penentuan bahan pipa

Pada perencanaan jaringan pipa distribusi di Desa Banjaragung peneliti menggunakan material pipa dari PVC (*Polyvinyl Chlorida*) dengan koefisien kekasaran pipa 120.

##### 2) Panjang dan Elevasi Pipa

Diperoleh dengan menggunakan aplikasi *Google Earth*.

##### 3) Pola Pemakaian Air

Melakukan pemantauan pemakaian air dengan melakukan pembacaan meter induk di *outlet* sumur dalam.

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

Diperoleh dengan melihat peta dan buku yang telah diterbitkan oleh instansi Badan Pusat 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 buku yang telah diterbitkan oleh instansi Badan Pusat Statistik Kabupaten Tegal.

## 3) Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Diperoleh dari situs yang diterbitkan oleh Dinas Perkimtaru Kabupaten Tegal.

## 4) UMK Kabupaten Tegal

Diperoleh dari situs yang diterbitkan oleh Setda Kabupaten Tegal.

## 2. Analisis Data

### a. Proyeksi Jumlah Pertumbuhan Penduduk

Melakukan perhitungan proyeksi jumlah penduduk dengan menggunakan beberapa metode Regresi Linier, Eksponensial, dan Logaritma.

### 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.

e. Menghitung Tarif Dasar Air

Melakukan perhitungan tarif dasar air dimana untuk mengetahui pemulihan biaya secara penuh.

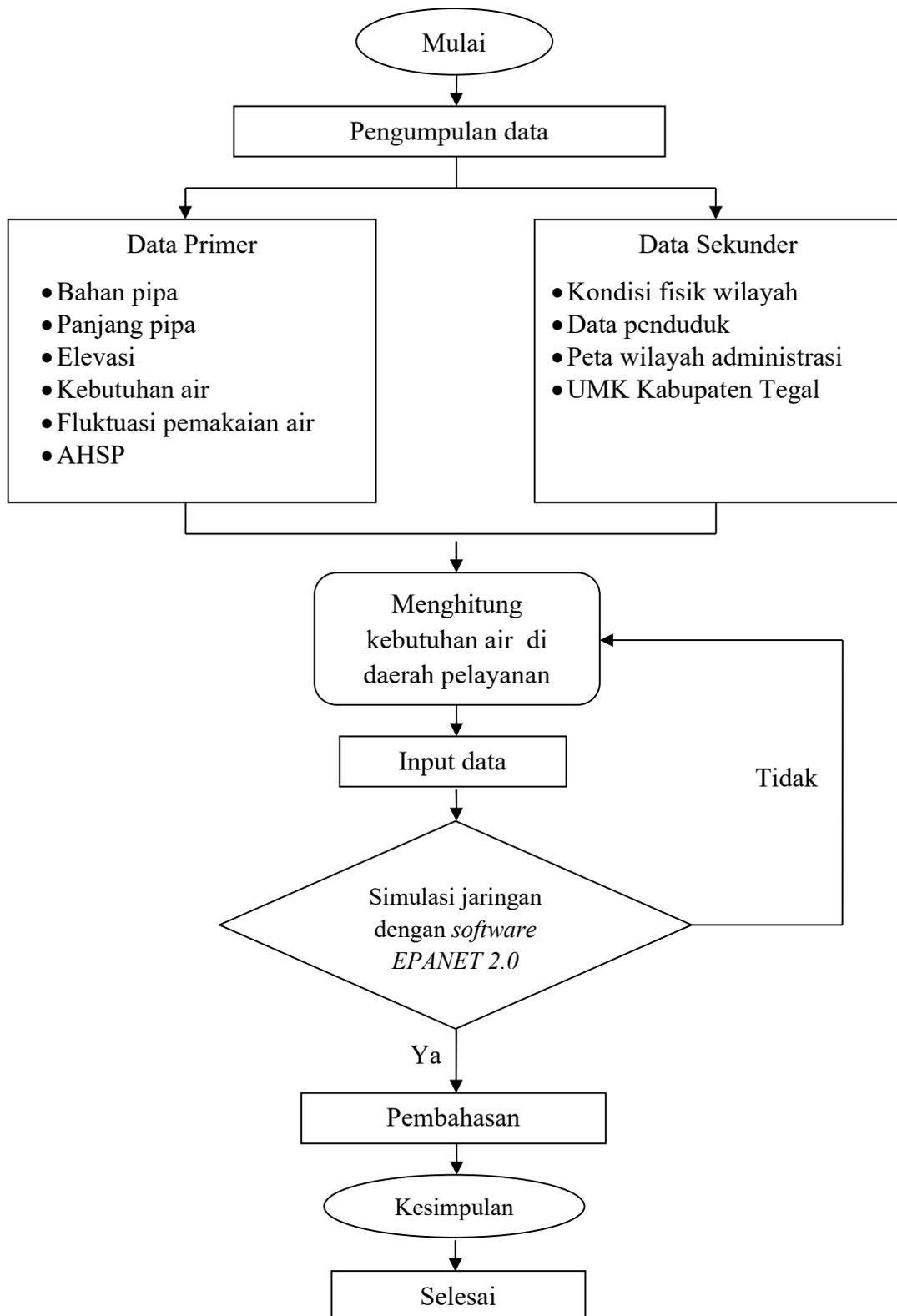
### **3. Kesimpulan dan Saran**

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

### **4. Penyusunan Hasil Penelitian**

Dilakukan penyusunan dari hasil penelitian dan pengujian yang telah dilaksanakan.

## H. Diagram Alur



**Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian**