

**PERENCANAAN SISTEM TRANSMISI DAN DISTRIBUSI
AIR MINUM SUMBER MATA AIR WAE DECER
KABUPATEN MANGGARAI
MENGUNAKAN PROGRAM EPANET 2.0**

TUGAS AKHIR



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh:

**MOH. RIZKI HAQIQI AS'AT
NIM. H75214016**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2019

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moh. Rizki Haqiqi As'at

NIM : H75214016

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2014

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul: "PERENCANAAN SISTEM TRANSMISI DAN DISTRIBUSI AIR MINUM SUMBER MATA AIR WAE DECER KABUPATEN MANGGARAI MENGGUNAKAN PROGRAM EPANET 2.0". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 16 April 2019
Yang menyatakan,



(Moh. Rizki Haqiqi As'at)
NIM H75214016

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir oleh

NAMA : Moh. Rizki Haqiqi As'at
NIM : H75214016
JUDUL : PERENCANAAN SISTEM TRANSMISI DAN DISTRIBUSI
AIR MINUM SUMBER MATA AIR WAE DECER
KABUPATEN MANGGARAI MENGGUNAKAN
PROGRAM EPANET 2.0

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 8 April 2019

Dosen Pembimbing 1



(Rr Diah Nugraheni Setvowati, M.T)

NIP 198205012014032001

Dosen Pembimbing 2



(Dedy Suprayogi, S.KM, M.KL)

NIP 198512112014031002

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Moh. Rizki Haqiqi As'at ini telah dipertahankan
di depan tim penguji tugas akhir
di Surabaya, 16 April 2019

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Penguji I

(Rr Diah Nugraheni Setyowati, MT)
NIP 198205012014032001

Penguji II

(Dedy Suprayogi, S.KM, M.KL)
NIP 198512112014031002

Penguji III

(Shinfu Wazna Auvaria, M.T)
NIP 198603282015032001

Penguji IV

(Widva Nilandita, M. KL)
NIP 198410072014032002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



(Drs. Purwati, M.Ag.)
NIP 196512211990022001



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax. 031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : MOH. RIZKI HAQIQI AS'AT
NIM : H75214016
Fakultas/Jurusan : SAINTEK/ TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : rizki.haqiqi@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

PERENCANAAN SISTEM TRANSMISI DAN DISTRIBUSI AIR MINUM SUMBER MATA
AIR WAE DECER KABUPATEN MANGGARAI MENGGUNAKAN PROGRAM
EPANET 2.0

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 16 April 2019

Penulis

(MOH. RIZKI HAQIQI AS'AT)

**PERENCANAAN SISTEM TRANSMISI DAN DISTRIBUSI AIR MINUM
SUMBER MATA AIR WAE DECER KABUPATEN MANGGARAI
MENGUNAKAN PROGRAM EPANET 2.0**

Kata Kunci: Epanet, Distribusi, Transmisi, Wae Decer

DRINKING WATER SYSTEM (TRANSMISSION AND DISTRIBUTION) PLANNING OF WAE DECER SPRING IN MANGGARAI DISTRICT USING EPANET 2.0

Keywords: *Epanet, Distribution, Transmission, Wae Decer*

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kebutuhan Air Domestik Berdasarkan Jumlah Penduduk	11
Tabel 2.2 Kebutuhan Air Non Domestik.....	13
Tabel 2.3 Persyaratan Kualitas Air Minum.....	15
Tabel 2.4 Kriteria Pipa Transmisi dan Distribusi	19
Tabel 2.5 Keuntungan dan Kerugian Jenis Pipa.....	20
Tabel 2.6 Ukuran Pipa Galvanis Iron Pipe (GIP) dan High Density Polyethylene (HDPE)	23
Tabel 2.7 Tebal Penutup Pipa	27
Tabel 2.8 Koefisien Kekasaran Pipa Menurut Hazzen-William	32
Tabel 2.9 Konstanta k untuk Berbagai Sudut Belokan.....	34
Tabel 2.10 Konstanta k untuk Berbagai Sambungan Tee	35
Tabel 2.11 Konstanta k untuk Berbagai Nilai Gate Valve	35
Tabel 2.12 Keuntungan dan Kelemahan Sistem Cabang	37
Tabel 2.13 Keuntungan dan Kelemahan Sistem <i>Gridiron</i>	37
Tabel 2.14 Keuntungan dan Kelemahan <i>Epanet 2.0</i>	39
Tabel 3.1 Jadwal Rencana Pelaksanaan Tugas Akhir	51
Tabel 3.2 Data Untuk Identifikasi Wilayah Perencanaan	52
Tabel 3.3 Pengolahan dan Analisa Data Perencanaan.....	52
Tabel 3.4 Langkah Perencanaan Alternatif SPAM	53
Tabel 3.5 Detail SPAM	54
Tabel 3.6 Spesifikasi Teknis Pekerjaan	55
Tabel 4.1 Prosentase Ketinggian Daratan di Kabupaten Manggarai.....	56
Tabel 4.2 Rata- rata Suhu dan Kelembaban Udara Menurut Bulan di Kabupaten Manggarai Tahun 2018	59
Tabel 4.3 Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk di Kabupaten Manggarai Tahun 2010 - 2018.....	62
Tabel 4.4 Distribusi dan Kepadatan Penduduk Menurut Kecamatan di Kabupaten Manggarai Tahun 2018	65
Tabel 4.5 Jumlah Fasilitas Pendidikan yang Tersedia di Kabupaten Manggarai	66
Tabel 4.6 Jumlah Penduduk, Luas Wilayah, dan Kepadatan Penduduk Kecamatan Langke Rembong Tahun 2018.....	69
Tabel 4.7 Jumlah Penduduk, Luas Wilayah, dan Kepadatan Penduduk Kecamatan Rahong Utara Tahun 2018.....	70
Tabel 4.8 Jumlah Penduduk, Luas Wilayah, dan Kepadatan Penduduk Kecamatan Cibal Tahun 2018	71

DAFTAR SINGKATAN

ATM	: Atmosfer
BAPPEDA	: Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah
BPS	: Biro Pusat Statistik
DED	: <i>Detail Engineer Design</i>
EGL	: Energy Grade Line
GIP	: <i>Galvanized Iron Pipe</i>
HDPE	: <i>High Density Polyethylene</i>
HGL	: Headloss Grade Line
HU	: Hidran Umum
NTU	: <i>Nephelometric Turbidity Unit</i>
PDAM	: Perusahaan Daerah Air Minum
PE	: <i>Polyethylene</i>
PVC	: <i>Polyvinyl Chloride</i>
RAB	: Rencana Anggaran Biaya
RISPAM	: Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum
SNI	: Standar Nasional Indonesia
SPAM	: Sistem Penyediaan Air Minum
SR	: Sambungan Rumah
TCU	: <i>True Color Unit</i>

PENDAHULUAN

2. Kondisi topografi Kabupaten Manggarai yang bergelombang (pegunungan), menyebabkan kurang optimalnya pemanfaatan sumber mata air sebagai air minum. Salah satunya adalah pada sumber mata air Wae Decer yang terletak di Kota Ruteng, Kecamatan Langke Rembong.

I.3 Pembatasan Masalah

Penelitian ini di fokuskan pada perancangan sistem transmisi dan sistem distribusi air minum sumber mata air Wae Decer menuju daerah yang belum terlayani air minum yaitu Kecamatan Langke Rembong, sebagian Kecamatan Wae Ri'i, sebagian Kecamatan Cibal, Kecamatan Cibal Barat, dan sebagian Kecamatan Rahong Utara.

I.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah diatas, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perencanaan sistem transmisi dan distribusi jaringan SPAM sumber mata air Wae Decer, Kabupaten Manggarai menggunakan program Epanet 2.0.?
2. Berapa nilai anggaran biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan sistem transmisi dan distribusi jaringan SPAM sumber mata air Wae Decer, Kabupaten Manggarai?

I.5 Tujuan

Tujuan studi yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah:

1. Merencanakan sistem transmisi dan distribusi jaringan SPAM sumber mata air Wae Decer, Kabupaten Manggarai yang sesuai dengan Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum (RISPAM) Kabupaten Manggarai menggunakan program Epanet 2.0.
2. Menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) dalam perencanaan sistem transmisi dan distribusi jaringan SPAM sumber mata air Wae decer, Kabupaten Manggarai.

I.6 Manfaat

Manfaat dari perencanaan sistem transmisi dan distribusi jaringan SPAM Kecamatan Langke Rembong, Kabupaten Manggarai meliputi manfaat untuk penulis, pemerintah, dan masyarakat.

1. Manfaat untuk Penulis

Sebagai sarana latihan berpikir secara ilmiah untuk meningkatkan ilmu pengetahuan, keterampilan dan pengalaman terutama mengenai perencanaan sistem transmisi dan distribusi jaringan SPAM.

2. Manfaat untuk Pemerintah

Sebagai pedoman bagi pemerintah Kabupaten Manggarai dalam merencanakan sistem transmisi dan distribusi jaringan SPAM untuk masyarakat.

3. Manfaat untuk Masyarakat

Dengan adanya kajian ilmiah tentang sistem transmisi dan distribusi jaringan SPAM, diharapkan dapat mencukupi kebutuhan air bersih masyarakat di Kabupaten Manggarai.

I.7 Ruang Lingkup

Ruang lingkup perencanaan detail desain sistem transmisi dan distribusi jaringan SPAM menggunakan sumber mata air Wae Decer meliputi lingkup wilayah, sasaran, dan masalah.

1. Lingkup Wilayah

Ruang lingkup wilayah perencanaan adalah meliputi Kecamatan Langke Rembong Utara, sebagian Kecamatan Wae Ri'i, sebagian Kecamatan Cibal, Kecamatan Cibal Barat, dan sebagian Kecamatan Rahong Utara.

2. Lingkup Sasaran

Ruang lingkup sasaran meliputi kajian mengenai kondisi lokasi perencanaan sistem transmisi dan distribusi jaringan SPAM, antara lain:

- a. Kajian mengenai kondisi lokasi perencanaan.
- b. Kajian mengenai kondisi lokasi perencanaan meliputi identifikasi dan analisis dari kondisi fisik lokasi perencanaan.

TINJAUAN PUSTAKA

Terdapat beberapa sumber air yang ada di bumi. Hal ini telah dijelaskan oleh Allah SWT dalam firman- Nya :

Artinya: Apakah kamu tidak memperhatikan, bahwa sesungguhnya Allah menurunkan air dari langit, maka diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi” (QS. Azzumar: 21)

a. Air Permukaan

Air permukaan merupakan aliran air yang berada di permukaan bumi yang berasal dari air hujan. Dimana dalam pengalirannya, air permukaan mendapat pengotoran dari lumpur, ranting maupun daun- daun pohon, limbah domestik maupun industri. Air permukaan terdiri dari :

Air baku air minum yang memanfaatkan air sungai harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu, karena air sungai pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang tinggi.

Air rawa merupakan air permukaan yang pada umumnya berwarna kuning coklat. Hal ini disebabkan karena zat-zat organik yang membusuk.

Berdasarkan tekanannya air tanah tanah dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Air tanah dangkal

Air tanah dangkal merupakan air permukaan yang terserap ke dalam tanah. Berdasarkan segi kualitas, air tanah dangkal cukup baik, namun dari segi kuantitasnya dipengaruhi oleh keadaan musim.

2. Air tanah dalam

Air tanah dalam memiliki kedalaman anatra 20 - 300 meter sehingga dalam pengambilannya pada umumnya menggunakan bor. Berdasarkan segi kualitasnya, air tanah dalam lebih baik daripada air tanah dangka, kemudian dari segi kuantitasnya air tanah dalam dapat mencukupi dan sedikit pengaruhi oleh keadaan musim.

c. Mata Air

Mata air merupakan sumber air yang keluar ke permukaan tanah dengan sendirinya. Berdasarkan segi kuantitasnya, mata air tidak dipengaruhi oleh keadaan musim, dan segi kualitasnya mata air seperti air tanah dalam.

II.2 Pemilihan Sumber Air Baku

Dalam merencanakan sistem penyediaan air minum (SPAM), maka perlu dilakukan peninjauan terhadap kondisi air baku. Pemilihan sumber air baku harus mempertimbangkan seluruh potensi lokal air permukaan dan air tanah yang berada sekitar wilayah perencanaan (Mohammed, 2019). Pemilihan sumber air baku memerlukan waktu dan kajian yang lama. Salah satu acuan dalam memilih sumber air baku adalah aturan maupun landasan yang telah ditetapkan pemerintah (Purnomo, 2018).

Sedangkan, menurut Maryanto (2013) Dalam pemilihan sumber air baku untuk sistem penyediaan air bersih, terdapat beberapa kriteria yang harus dilakukan, yaitu:

- Mencari sumber air baku yang paling dekat dengan daerah pelayanan
- Kualitas air bersih untuk konsumen harus memenuhi standar kualitas air minum
- Kapasitas air harus dapat selalu kontinyu / tetap sepanjang musim

- ## II.3 Sistem Penyediaan Air Minum

Menurut Susanti (2010), faktor- faktor yang mempengaruhi SPAM terdiri dari beberapa hal antara lain:

- Faktor fisik yang dapat mempengaruhi sistem penyediaan air minum adalah kondisi topografi dan geografis:

- Faktor fisik yang mempengaruhi sistem penyediaan air bersih terdiri dari :

- Tingkat kehilangan air secara langsung dapat mempengaruhi pelayanan air bersih kepada masyarakat, seperti rendahnya tekanan air distribusi, terganggunya kontinuitas air distribusi dan pemborosan air yang merugikan perusahaan

- Pembiayaan operasional dan pemeliharaan sistem dapat mempengaruhi kualitas sistem secara keseluruhan.

- Aspek kelembagaan akan mempengaruhi keberlangsungan dan keberlanjutan sistem.

Menurut Tambingon (2016) Perencanaan kebutuhan air bersih ditentukan berdasarkan:

Pertumbuhan penduduk digunakan untuk menghitung kebutuhan air dimasa yang akan datang. Data yang dibutuhkan adalah:

Laju pertumbuhan penduduk dihitung dengan menggunakan beberapa analisa regresi yaitu analisa regresi linier, analisa regresi logaritma, dan analisa regresi eksponensial (Kalensun, 2016)

2. Analisa Regresi Eksponential

$$y = a e^{bx} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$\text{b} = \text{Exp} \frac{n \sum x (Ln y) - \sum(x) \sum Ln y}{(n \sum x^2) - (\sum x)^2} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$a = \text{Exp} \frac{(\sum \text{Ln } Y) - (b \sum X)}{n} \dots\dots\dots (2.6)$$

3. Analisa Regresi Logaritma

$$y = a + b \ln x \dots\dots\dots(2.7)$$

$$a = \frac{\sum y - b \sum (\ln x)}{n} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$\mathbf{b} = \frac{n(\sum x)y - \sum(\ln x)\sum y}{n(\sum \ln x)^2 - (\sum \ln x)^2} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

y = jumlah penduduk

x = jumlah tahun

a.b = koefisien regresi

n = jumlah data

syarat : $-1 \leq r \leq 1$

b. Tingkat pelayanan distribusi air

Tingkat pelayanan distribusi air merupakan jumlah penduduk yang akan dilayani dari suatu jaringan SPAM sesuai dengan target pelayan pada daerah tersebut. Untuk menghitung jumlah penduduk terlayani, dapat dihitung dengan cara berikut:

$$\text{Jumlah penduduk terlayani} = \% \text{ pelayanan} \times \Sigma \text{ penduduk} \dots\dots\dots (2.10)$$

c. Kebutuhan air domestik

Kebutuhan air domestik merupakan kebutuhan akan air untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga sehari-hari seperti, minum, memasak, kesehatan individu (mandi, mencuci, dan sebagainya), menyiram tanaman, pengangkutan air buangan. Kebutuhan air domestik dipengaruhi oleh ketersediaan, budaya, dan iklim atau kondisi lingkungan. (Posumah, 2015). Sedangkan kecenderungan meningkatnya kebutuhan air domestik ditentukan

Kebutuhan Air Non Domestik Menurut Dirjen Cipta Karya (2000) dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Kebutuhan Air Non Domestik

No	Jenis Fasilitas Umum	Tingkat Pemakaian Air
1	Sekolah	10 liter/ orang. Hari
2	Rumah sakit	200 liter/bed.hari
3	Puskesmas	(0,5 -1) m ³ /unit/hari
4	Perbadatan	(0,5-2) m ³ /unit/hari
5	Kantor	(1-2) m ³ /unit/hari
6	Toko	(1-2) m ³ /unit/hari
7	Rumah makan	1 m ³ /unit/hari
8	Hotel/ losmen	(100-150) m ³ /unit/hari
9	Pasar	(6-12) m ³ /unit/hari
10	Industri	(0,5-2) m ³ /unit/hari
11	Pelabuhan/ terminal	(10-20) m ³ /unit/hari
12	SPBU	(5-20) m ³ /unit/hari
13	Pertamanan	25 m ³ /unit/hari

Sumber: Pedoman/Petunjuk Teknik Dan Manual Sistem Penyediaan Air Bersih Pekotaan, 2000 dalam Kadaria Ulli (2010)

e. Mengitung total kebutuhan air

Total kebutuhan air merupakan jumlah dari kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik, seperti pada rumus berikut ini:

$$Q_{\text{air total}} = Q_{\text{air domestik}} + Q_{\text{air non domestik}} \quad (2.14)$$

f. Kehilangan air

Kehilangan air merupakan banyaknya air yang hilang akibat kegiatan operasional dan pemeliharaan sarana prasarana instalasi pengolahan air. (Tambingon, 2016). Kehilangan air juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain (Wardhana, 2013) :

- Limpahan air dari reservoir
- Kebocoran pipa induk

II.6 Kualitas Air Minum

Tabel 2.3 Persyaratan Kualitas Air Minum

15

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum Yang Diperbolehkan			Keterangan
			Kepmenkes	USEPA	WHO	
3	Arsen	Mg/L	0,01	0,01	0,01	
4	Barium	Mg/L	0,7	2	0,7	
5	Besi	Mg/L	0,3	0,3	0,3	
6	Fluorida	Mg/L	1,5	4	1,5	
7	Kadmium	Mg/L	0,003	0,005	0,003	
8	Kesadahan	Mg/L	500	-	-	
9	Khlorida	Mg/L	250	250	250	
10	Khromium	Mg/L	0,05	0,1	0,05	
11	Mangan	Mg/L	0,1	0,05	0,4	
12	Natrium	Mg/L	200	-	-	
13	Nitrat, sebagai N	Mg/L	50	10	11	
14	Perak	Mg/L	0,05	-	-	
15	Ph	-	6,5- 8,5	6,5 – 7,5	6,5 – 7,5	
16	Selenium	Mg/L	0,01	0,05	0,01	
17	Seng	Mg/L	3	5	3	
18	Sianida	Mg/L	0,07	-	-	
19	Sulfat	Mg/L	250	250	250	
20	Sulfida	Mg/L	0,05	-	-	
21	Tembaga	Mg/L	1	1,3	2	
22	Timbal	Mg/L	0,01	-	-	
KIMIA ORGANIK						
23	Aldrina	µg/ L	0,03	-	0,0003	
24	Benzena	µg/ L	10	0,005	0,01	
25	Benzo (a)pyrene	µg/ L	0,7	0,0002	0,0007	
26	Khlordane	µg/ L	0,2	0,002	0,0002	
27	Khloroform	µg/ L	200	-	0,3	
28	2,4 – D	µg/ L	30	0,07	0,03	
29	DDT	µg/ L	2	-	0,001	
30	Heptaklor dan heptaklor Epoxide	µg/ L	0,03	0,0004 & 0,0002	-	
31	Hexaklorobenzene	µg/ L	0,3	0,3	0,3	
32	Pentaklorophenol	µg/ L	0,009	4	1,5	
33	2,4,6- trichlorophenol	µg/ L	0,2	0,005	0,003	

- 1) Sumber pemunculan mata air terpusat (artesis terpusat)

Merupakan mata air yang terjadi karena adanya tekanan hidrolis dan pemunculan air ke permukaan tanah pada satu titik.

- 2) Sumber pemunculan mata air tersebar (artesis tersebar)

Merupakan mata air yang terjadi karena adanya tekanan hidrolis dan menyebabkan pemunculan air ke permukaan tanah pada beberapa titik atau menyebar.

- 3) Sumber pemunculan mata air vertikal (artesis vertikal)

Merupakan mata air yang terjadi karena adanya tekanan hidrolis dan mengaibatkan pemunculan air ke permukaan tanah melalui celah tegak lurus lapisan kedap air.

- #### 4) Aliran gravitasi kontak

Merupakan mata air yang terjadi akibat terhalang lapisan kedap air sehingga air naik ke permukaan.

b. *Intake*

Intake merupakan bangunan untuk pengumpulan air baku yang kemudian akan dialirkan menuju instalasi pengolahan air bersih (Gaib, 2016). Unit *intake* berfungsi untuk mengumpulkan air dari sumber untuk menjaga kuantitas debit air, menyaring benda-benda kasar, mengambil air baku sesuai dengan debit yang diperlukan oleh instalasi pengolahan yang direncanakan demi menjaga kontinuitas penyediaan dan pengambilan air dari sumber. Bangunan *intake* juga dilengkapi dengan screen, pintu air, dan saluran pembawa.

II.8 Sistem Jaringan Air Baku

Sistem jaringan air bersih merupakan suatu sistem yang digunakan untuk menyalurkan air bersih yang dimulai dari pengambilan air baku sampai pelayanan ke pelanggan yang memenuhi syarat baku mutu air minum. Untuk dapat memperoleh sistem jaringan air bersih, maka perlu ditetapkan jenis ukuran pipa, jumlah hidran, dan panjang pipa antar hidran (Mawey, 2015).

Menurut Tambingon (2016) sistem jaringan air bersih dibagi menjadi dua, yaitu sistem transmisi dan sistem distribusi air bersih.

Sistem transmisi air bersih adalah sistem perpipaan yang berfungsi untuk menyalurkan air baku dari bangunan pengambilan air baku menuju bangunan pengolahan air bersih, atau jaringan yang berfungsi untuk menyalurkan air bersih dari sumber air ke reservoir.

- Tipe pengaliran jaringan pipa transmisi
- Menentukan tempat bak pelepas tekan
- Menghitung panjang dan diameter pipa
- Jalur pipa.

Sistem distribusi air bersih merupakan penyaluran air bersih ke daerah pelayanan (konsumen) dengan menggunakan jaringan perpipaan (Angulo, 2017). Dalam perencanaan sistem distribusi air bersih, beberapa faktor yang harus diperhatikan antara lain daerah layanan dan jumlah penduduk yang akan dilayani, kebutuhan air, letak topografi daerah layanan, jenis sambungan sistem, pipa distribusi, tipe pengaliran, pola jaringan, perlengkapan sistem distribusi air bersih, dan dekteksi kebocoran.

Jaringan perpipaan dalam penyediaan air bersih terdiri dari sistem transmisi dan distribusi (Tambingon, 2016). Berikut adalah kriteria pipa trasmisi dan distribusi menurut Kep Men PU No. 18 Tahun 2007 , dapat dilihat pada Tabel 2.4.

No	Uraian	Kriteria pipa transmisi	Kriteria pipa distribusi
1	Debit perencanaan (Qmax)	Fmax X Qrata-rata	Fmax X Qrata-rata
2	Faktor harian maksimum (Fmax)	1,10 – 1,50	1,15 – 3

6. Peralatan kontrol aliran

Peralatan kontrol aliran berfungsi untuk menanggulangi terjadinya penyumbatan (*clogging*) dalam pipa. peralatan ini dipasang pada setiap jarak 200- 300 m. Dalam unit peralatan ini dilengkapi dengan *gate valve* dan perkakas tempat memasukkan alat pembersih ke dalam pipa serta tempat penggelontoran.

7. Jalur pipa tersier/ sekunder

Dalam sistem distribusi diperlukan pipa sekunder/ tersier (ϕ 50- 80 mm) yang dipasang sejajar (sesuai dengan keperluan) dengan diameter pipa induk untuk tempat pemasangan pipa sambungan rumah.

II.9.2 Dimensi Pipa

Sistem jaringan perpipaan di desain untuk membawa suatu kecepatan dan tekanan aliran tertentu. Dalam hal ini dimensi dan karakteristik pipa harus diperhatikan, sehingga kuantitas aliran dapat terpenuhi (Fathurrohman, 2012). Menurut Pedoman BPPSPAM Departemen Pekerjaan Umum (2014), dalam menentukan dimensi pipa yang digunakan untuk kegiatan transmisi dan distribusi air dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Q = V \times A \dots\dots\dots (2.21)$$

Sehingga

$$D = \sqrt{\frac{Q \times 4}{\pi \times V}} \dots\dots\dots (2.22)$$

Dimana:

$$Q = \text{Debit (m}^3/\text{detik)}$$

V = Kecepatan pengaliran (m/detik)

A = Luas penampang pipa (m^2)

D = Diameter pipa (m)

Menurut Mawakimbang (2017) secara umum pada jaringan perpipaian, jenis pipa yang sering digunakan PDAM adalah pipa HDPE. Penyebabnya adalah karena pipa HDPE memiliki kekuatan dan kelenturan yang tinggi, dengan tingkat

keretakan rendah. Selain itu, jenis pipa ini memiliki sifat thermoplastik yang tak bisa berkarat, seperti yang terjadi pada pipa besi. Namun, terkadang PDAM teteap harus menggunakan pipa GIP ketika jalur pipa rawan akan benturan mekanis (Putra, 2017). Berikut adalah macam-macam ukuran jenis pipa GIP dan HDPE dapat dilihat pada Tabel 2.6 berikut:

Tabel 2.6 Ukuran Pipa *Galvanis Iron Pipe* (GIP) dan *High Density Polyethylene* (HDPE)

PIPA HDPE			
Size	OD	Tebal	Panjang
1/2 inch	21,3 mm	2,77 mm	6 meter
3/4 inch	26,7 mm	2,87 mm	6 meter
1 inch	33,4 mm	3,38 mm	6 meter
1-1/4 inch	42,2 mm	3,56 mm	6 meter
1-1/2 inch	48,3 mm	3,68 mm	6 meter
2 inch	60,3 mm	3,91 mm	6 meter
2-1/2 inch	73 mm	5,16 mm	6 meter
3 inch	88,9 mm	5,49 mm	6 meter
4 inch	114,3 mm	6,02 mm	6 meter
5 inch	141,3 mm	6,55 mm	6 meter
6 inch	168,3 mm	7,11 mm	6 meter
8 inch	219,1 mm	6,35 mm	6 meter
8 inch	219,1 mm	8,18 mm	6 meter
10 inch	273 mm	6,35 mm	6 meter
10 inch	273 mm	9,27 mm	6 meter
12 inch	300 mm	6,35 mm	6 meter
14 inch	350 mm	6,35 mm	6 meter
16 inch	400 mm	6,35 mm	6 meter
1/2 inch	15 mm	1,8 mm	6 meter
3/4 inch	20 mm	1,8 mm	6 meter
1 inch	25 mm	1,8 mm	6 meter
1-1/4 inch	32 mm	1,8 mm	6 meter
1-1/2 inch	40 mm	1,8 mm	6 meter
2 inch	50 mm	1,8 mm	6 meter
2-1/2 inch	65 mm	2,3 mm	6 meter
3 inch	80 mm	2,3 mm	6 meter
4 inch	100 mm	2,3 mm	6 meter
1/2 inch	21,3 mm	2 mm	6 meter
1/2 inch	21,3 mm	2,2 mm	6 meter
1/2 inch	21,3 mm	2,8 mm	6 meter
3/4 inch	26,7 mm	2,3 mm	6 meter
3/4 inch	26,7 mm	2,4 mm	6 meter
3/4 inch	26,7 mm	2,9 mm	6 meter

PIPA HDPE			
Size	OD	Tebal	Panjang
1 inch	33,4 mm	2,6 mm	6 meter
1 inch	33,4 mm	2,8 mm	6 meter
1 inch	33,4 mm	3,4 mm	6 meter
1-1/4 inch	42,2 mm	2,6 mm	6 meter
1-1/4 inch	42,2 mm	2,8 mm	6 meter
1-1/4 inch	42,2 mm	3,6 mm	6 meter
1 1/2 inch	48,3 mm	2,9 mm	6 meter
1 1/2 inch	48,3 mm	3,4 mm	6 meter
1 1/2 inch	48,3 mm	3,7 mm	6 meter
2 inch	60,3 mm	2,9 mm	6 meter
2 inch	60,3 mm	3,2 mm	6 meter
2 inch	60,3 mm	3,9 mm	6 meter
2-1/2 inch	73 mm	2,9 mm	6 meter
2-1/2 inch	73 mm	3,2 mm	6 meter
2-1/2 inch	73 mm	5,2 mm	6 meter
3 inch	88,9 mm	3,2 mm	6 meter
3 inch	88,9 mm	3,5 mm	6 meter
3 inch	88,9 mm	5,5 mm	6 meter
4 inch	114,3 mm	3,6 mm	6 meter
4 inch	114,3 mm	4 mm	6 meter
4 inch	114,3 mm	6 mm	6 meter
5 inch	141,3 mm	3,6 mm	6 meter
5 inch	141,3 mm	4,6 mm	6 meter
5 inch	141,3 mm	6 mm	6 meter
6 inch	168,3 mm	3,6 mm	6 meter
6 inch	168,6 mm	4,6 mm	6 meter
6 inch	168,3 mm	7,1 mm	6 meter
8 inch	216 mm	5 mm	6 meter
8 inch	216 mm	6,4 mm	6 meter
8 inch	216 mm	7,7 mm	6 meter
1/2 inch	19 mm	0,7 mm	6 meter
1/2 inch	19 mm	0,8 mm	6 meter
1/2 inch	19 mm	0,9 mm	6 meter
1/2 inch	19 mm	1,0 mm	6 meter
1/2 inch	19 mm	1,1 mm	6 meter
1/2 inch	19 mm	1,2 mm	6 meter
1/2 inch	19 mm	1,3 mm	6 meter
1/2 inch	19 mm	1,4 mm	6 meter
1/2 inch	19 mm	1,5 mm	6 meter
1/2 inch	19 mm	1,6 mm	6 meter
3/4 inch	24 mm	0,7 mm	6 meter
3/4 inch	24 mm	0,8 mm	6 meter
3/4 inch	24 mm	0,9 mm	6 meter
3/4 inch	24 mm	1,0 mm	6 meter
3/4 inch	24 mm	1,1 mm	6 meter

PIPA HDPE			
Size	OD	Tebal	Panjang
3/4 inch	24 mm	1,2 mm	6 meter
3/4 inch	24 mm	1,3 mm	6 meter
3/4 inch	24 mm	1,4 mm	6 meter
3/4 inch	24 mm	1,5 mm	6 meter
3/4 inch	24 mm	1,6 mm	6 meter
1 inch	30 mm	0,7 mm	6 meter
1 inch	30 mm	0,8 mm	6 meter
1 inch	30 mm	0,9 mm	6 meter
1 inch	30 mm	1,0 mm	6 meter
1 inch	30 mm	1,1 mm	6 meter
1 inch	30 mm	1,2 mm	6 meter
1 inch	30 mm	1,3 mm	6 meter
1 inch	30 mm	1,4 mm	6 meter
1 inch	30 mm	1,5 mm	6 meter
1 inch	30 mm	1,6 mm	6 meter
1-1/4 inch	39 mm	0,7 mm	6 meter
1-1/4 inch	39 mm	0,8 mm	6 meter
1-1/4 inch	39 mm	0,9 mm	6 meter
1-1/4 inch	39 mm	1,0 mm	6 meter
1-1/4 inch	39 mm	1,1 mm	6 meter
1-1/4 inch	39 mm	1,2 mm	6 meter
1-1/4 inch	39 mm	1,3 mm	6 meter
1-1/4 inch	39 mm	1,4 mm	6 meter
1-1/4 inch	39 mm	1,5 mm	6 meter
1-1/4 inch	39 mm	1,6 mm	6 meter
1-1/2 inch	45 mm	0,7 mm	6 meter
1-1/2 inch	45 mm	0,8 mm	6 meter
1-1/2 inch	45 mm	0,9 mm	6 meter
1-1/2 inch	45 mm	1,0 mm	6 meter
1-1/2 inch	45 mm	1,1 mm	6 meter
1-1/2 inch	45 mm	1,2 mm	6 meter
1-1/2 inch	45 mm	1,3 mm	6 meter
1-1/2 inch	45 mm	1,4 mm	6 meter
1-1/2 inch	45 mm	1,5 mm	6 meter
1-1/2 inch	45 mm	1,6 mm	6 meter
2 inch	56,5 mm	1,2 mm	6 meter
2 inch	56,5 mm	1,3 mm	6 meter
2 inch	56,5 mm	1,4 mm	6 meter
2 inch	56,5 mm	1,5 mm	6 meter
2 inch	56,5 mm	1,6 mm	6 meter
3 inch	86,5 mm	1,2 mm	6 meter

PIPA GIP			
Size	OD	Tebal	Panjang
1 inch	25 mm	2 mm	6 meter
1-1/4 inch	32 mm	2 mm	6 meter
1-1/2 inch	40 mm	2 mm	6 meter
2 inch	50 mm	2 mm	6 meter
2-1/2 inch	65 mm	2 mm	6 meter
3 inch	80 mm	2,9 mm	6 meter
4 inch	100 mm	2,9 mm	6 meter
5 inch	125 mm	2,9 mm	6 meter
6 inch	150 mm	2,9 mm	6 meter
8 inch	200 mm	5 mm	6 meter
10 inch	250 mm	5 mm	6 meter
12 inch	323,8 mm	6,35 mm	6 meter
12 inch	323,8 mm	9,53 mm	6 meter
12 inch	323,8 mm	10,31 mm	6 meter
14 inch	355,6 mm	6,35 mm	6 meter
14 inch	355,6 mm	9,53 mm	6 meter
14 inch	355,6 mm	11,13 mm	6 meter
16 inch	406,4 mm	6,35 mm	6 meter
16 inch	406,4 mm	9,53 mm	6 meter
16 inch	406,4 mm	12,7 mm	6 meter
18 inch	457,2 mm	6,35 mm	6 meter
18 inch	457,2 mm	9,53 mm	6 meter
18 inch	457,2 mm	12,7 mm	6 meter
20 inch	508 mm	6,35 mm	6 meter
20 inch	508 mm	9,53 mm	6 meter
20 inch	508 mm	12,7 mm	6 meter
24 inch	609,4 mm	6,35 mm	6 meter
24 inch	609,4 mm	9,53 mm	6 meter
24 inch	609,4 mm	12,7 mm	6 meter
1/2 inch	15 mm	2,6 mm	6 meter
3/4 inch	20 mm	2,6 mm	6 meter
1 inch	25 mm	3,2 mm	6 meter
1-1/4 inch	32 mm	3,2 mm	6 meter

a. Cara Gravitasi

Cara pengaliran gravitasi digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan. Cara ini dianggap cukup ekonomis, karena hanya memanfaatkan beda ketinggian lokasi.

b. Cara Pemompaan

Pada cara ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari reservoir distribusi ke konsumen. Sistem ini digunakan jika elevasi antara sumber air atau instalasi pengolahan dan daerah pelayanan tidak dapat memberikan tekanan yang cukup (Ramos, 2013).

c. Cara Gabungan

Pada cara gabungan, reservoir digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi dan pada kondisi darurat. 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.

II.9.5 Klasifikasi Jaringan Perpipaan

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2016)

Jaringan perpipaan air bersih dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Pipa induk (*pipa utama/primer*)
2. Pipa cabang (*pipa sekunder*)
3. Pipa pelayanan (*pipa tersier*)

Tujuan dan pengklasifikasian jaringan perpipaan ini adalah untuk memisahkan bagian jaringan menjadi suatu sistem hidrolis tersendiri sehingga memberikan keuntungan seperti:

- Kemudahan dalam pengoperasian, sesuai dengan debit yang mengalir.
- Mempermudah perbaikan jika terjadi kerusakan.
- Meratakan sisa tekanan dalam jaringan perpipaan, sehingga setiap daerah pelayanan mendapatkan sisa tekanan relatif tidak jauh berbeda.

- d. Mempermudah pengembangan jaringan perpipaan, sehingga jika dilakukan perluasan dan pengembangan tidak perlu mengganti jaringan yang sudah ada, dengan catatan masih memenuhi syarat kriteria hidrolis.

Jaringan perpipaan distribusi air bersih dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Kurniawati, 2013):

1. Pipa Hantar Distribusi (*Feeder System*)

Pipa hantar dalam pipa distribusi biasanya memberikan bentuk atau kerangka dasar sistem distribusi. Tidak dibenarkan sambungan rumah pada sistem pipa hantar distribusi ini. Pipa hantar distribusi dapat dibedakan menjadi sebagai berikut:

a. Pipa Induk Utama (*Primary Feeder*)

Pipa induk utama merupakan pipa distribusi yang mempunyai jangkauan terluas dan diameter terbesar. Pipa ini melayani dan membagikan ke tiap blok-blok pelayanan di daerah pelayanan, dan disetiap blok memiliki satu atau dua titik penyadapan (*tapping*) yang dihubungkan dengan pipa induk sekunder (*secondary feeder*).

Secara fisik pipa induk utama dibatasi dengan:

1. Dimensinya direncanakan untuk dapat mengalirkan air sampai dengan akhir perencanaan dengan debit jam puncak.
2. Tidak melayani penyadapan langsung ke konsumen.
3. Jenis pipa yang dipilih harus mempunyai ketahanan tinggi.

b. Pipa Induk Sekunder (*Secondary Feeder*)

Merupakan jenis hantaran yang kedua dari suatu sistem jaringan. Pipa ini meneruskan air dari pipa induk utama ke tiap-tiap blok pelayanan. Pipa ini selanjutny mempunyai percabangan terhadap pipa service.

Secara fisik pipa induk sekunder dibatasi sebagai berikut :

1. Tidak melayani penyadapan langsung ke konsumen
2. Dimensi dihitung berdasarkan banyaknya sambungan yang melayani konsumen.
3. Kelas pipa yang dipergunakan sama atau lebih rendah dari pipa induk utama.

1. Pipa Pelayanan Distribusi

Pipa pelayanan adalah pipa yang menyadap dari pipa induk sekunder dan langsung melayani konsumen. Diameter yang dipakai tergantung pada besarnya pelayanan terhadap konsumen. Sistem pipa ini dibedakan menjadi:

a. Pipa Cabang (*Small Distribution Main*)

Dapat mengalirkan langsung ke rumah dan dapat mengalirkan ke pipa yang lebih kecil.

b. *Pipa Service (Service Line)*

Pipa ini merupakan pipa untuk sambungan rumah

II.10 Hidrolika Aliran dalam pipa

Dalam penerapan sistem pipa perlu memperhitungkan besarnya HGL,EGL, cara pemasangan pipa, tekanan air, kecepatan aliran, debit maupun *headloss*.

II.10.1 Garis Tenaga dan Garis Tekanan

Berdasarkan prinsip bernoulli, tinggi tenaga total di setiap titik pada saluran pipa adalah jumlah dari tinggi elevasi, tinggi tekanan, dan tinggi kecepatan. Garis yang menghubungkan titik tersebut dinamakan garis tenaga Energy Grade Line (EGL). Garis tekanan merupakan jumlah dari tinggi tekanan dan elevasi diukur dari garis referensi. Garis yang menghubungkan permukaan zat cair dalam media-media tersebut adalah garis tekanan. Berbeda dengan garis tenaga yang menurun secara teratur ke arah aliran, garis tekanan bisa naik pada tampang yang diperbesar layaknya sebuah reservoir (Triatmodjo, 1995).

II.10.2 Tekanan Air dan Kecepatan Aliran

Menurut BPPSPAM Departemen Pekerjaan Umum (2014) Dalam distribusi air minum, besarnya tekanan dan kecepatan air harus sesuai standar. Standar tekanan air yang diizinkan adalah 1 kg/cm^2 . Apabila tekanan air kurang maka dapat menyebabkan kesulitan dalam pemakaian air. Sedangkan apabila tekanan air berlebih maka dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan plambing dan meningkatkan pukulan air. Untuk menurunkan tekanan air, dapat dilakukan

pipa yang menggambarkan jenis pipa dan umur. Secara umum rumus Hazen-William adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times S^{0,54} \dots\dots\dots (2.23)$$

$$S = \frac{\Delta H}{L} \dots\dots\dots (2.24)$$

$$\Delta H = \left(\frac{Q}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,851} \cdot L \dots\dots\dots (2.25)$$

Dimana,

C = Koefisien *Hazen-William*

D = Diameter pipa dalam (m)

S = Kemiringan lahan

$$\Delta H = \text{Headloss Mayor (m)}$$

L = Panjang pipa (m)

Berikut ini adalah besarnya koefisien kekasaran pipa menurut *Hazen-William*, dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Koefisien Kekasaran Pipa Menurut *Hazzen-William*

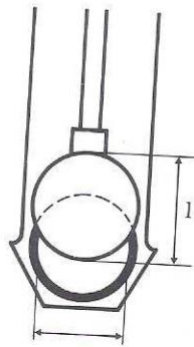
Material	C
Asbes semen	140
Kuningan	135
Batu Bata	100
Besi Tuang Baru	130
Concrete	140
Cetakan Baja	120
HDPE	150
Semen	120
Tembaga	140
Logam Bergelombang	135
Besi Galvanis (GIP)	150
Plastik (PVC)	145
Baja	110

Sumber : Ways (2004)

Q_a = aliran air yang bergabung ke pipa $m^3/detik$

Qa/Q	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
Kb	-0.6	-0.37	-0.18	-0.7	0.26	0.46	0.62	0.78	0.94
Kr	0	0.16	0.27	0.38	0.46	0.53	0.57	0.59	0.6

3. Kehilangan tekanan akibat *gate valve*



Sumber: Ways (2004)

Pengecilan Gate 1/d	0	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8
K	0,12	0,15	0,26	0,81	2,06	5,52	17	98

Pompa merupakan suatu alat yang berfungsi untuk menambah debit dan tekanan pada sistem transmisi dan distribusi air minum apabila kondisi daerah yang direncanakan memiliki elevasi yang lebih rendah dari daerah pelayanan (Nelwan, 2013).

A. Sistem cabang

Pada sistem ini pipa induk utama tersambung dengan pipa induk sekunder, dan pipa induk sekunder tersambung ke pipa pelayanan utama yang terhubung dengan penyediaan air minum dalam gedung. Jaringan ini berbentuk cabang dengan jalur buntu seperti cabang sebuah pohon. Keuntungan dan kelemahan sistem cabang dapat dilihat pada Tabel 2.12.

Tabel 2.12 Keuntungan dan Kelemahan Sistem Cabang

No	Keuntungan	Kelemahan
1	Jaringan cukup sederhana untuk distribusi air minum	Pipa ujung terjadi pengendapan sehingga mempengaruhi kualitas air
2	Desainnya mudah	Pelayanan terhenti apabila terjadi kerusakan pipa
3	Lebih ekonomis	Tekanan air tidak cukup apabila terjadi penambahan pipa

Sumber: BPPSPAM Departemen Pekerjaan Umum (2014)

B. Sistem *Gridiron*

Pada sistem ini pipa induk utama dan pipa induk sekunder terletak dalam kotak, dan pipa induk utama, pipa sekunder, dan pipa pelayanan utama saling terhubung tidak ada yang terputus. Keuntungan dan kelemahan sistem cabang dapat dilihat pada Tabel 2.13.

Tabel 2.13 Keuntungan dan Kelemahan Sistem *Gridiron*

No	Keuntungan	Kelemahan
1.	Apabila ada perbaikan pipa, pelayanan tetap berjalan	Perhitungan dimensi pipa lebih sulit
2.	Air akan mengalir dengan bebas ke setiap cabang dan aliran tidak akan diam	Ada penambahan pipa dan asesoris
3.	Kerugian dapat diminimalisir karena konsumsi air yang besar.	

Sumber: BPPSPAM Departemen Pekerjaan Umum (2014)

C. Sistem melingkar (*Loop*)

Pada sistem ini letak pipa induk utama mengelilingi daerah layanan pengambilan dibagi menjadi dua dan masing- masing mengelilingi batas daerah layanan, dan keduanya bertemu kembali diujung. Pipa perlintasan menghubungkan kedua pipa induk utama. Di dalam daerah pelayanan, pipa pelayanan utama terhubung dengan pipa induk utama. *Loop* dapat menambah tekanan pada daerah pelayanan. Keuntungan dan kerugian sama dengan sistem *gridiron*.

II.13 Sistem Reservoir Distribusi

Sistem reservoir distribusi adalah sistem pembagian air kepada konsumen dengan menggunakan reservoir, baik menggunakan sistem transmisi gravitasi maupun sistem transmisi pompa. Fungsi reservoir distribusi adalah menyimpan air pada waktu debit air yang masuk ke reservoir lebih besar daripada yang keluar dari reservoir, pusat distribusi untuk disalurkan ke jaringan lain, pemerataan aliran dan tekanan akibat perbedaan perbedaan pemakaian di daerah distribusi. Jenis pompa penyediaan air yang banyak digunakan adalah jenis putar (pompa sentrifugal, pompa *diffuser* atau pompa turbin meliputi pompa turbin untuk sumur dan pompa *submersibel* untuk sumur dalam), pompa jenis langkah positif (pompa torak, pompa tangan, pompa khusus meliputi pompa *vortex* atau pompa kaskade, pompa gelembung udara atau air *lift pump*, pompa jet, dan pompa bilah) (Putri, 2013).

II.13 *Software Epanet 2.0*

Epanet merupakan *software* yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam suatu jaringan pemipaan. *Epanet* menjajaki aliran air di tiap pipa, kondisi tekanan air di tiap titik dan kondisi konsentrasi bahan kimia yang mengalir di dalam pipa selama dalam periode pengaliran. Chiristianto (2017). *Epanet* juga dapat menggambarkan usia air (*water age*) dan pelacakan sumber air (Pebakirang, 2015).

Software ini berguna untuk menganalisa berbagai aplikasi jaringan distribusi air bersih dengan memasukkan data inputan berupa desain jaringan pemipaan dan komponen-komponen penting di dalamnya. *Epanet* dapat melakukan

running simulasi dan melihat hasil *running* ke dalam berbagai bentuk, seperti kode-kode yang berwarna pada peta, tabel data-data, grafik serta citra kontur (Rossman, 2000). Sama halnya dengan beberapa *software* simulasi yang lain, *Epanet 2.0* memiliki beberapa keunggulan dan kelemahan. Keunggulan dari *Epanet 2.0* antara lain, dapat dilihat pada Tabel 2.11:

Tabel 2.14 Keuntungan dan Kelemahan *Epanet 2.0*

Keunggulan	Kelemahan
<ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu menghitung besarnya nilai <i>head loss</i> pada suatu sistem hidrolis dengan menggunakan persamaan Darcy-Weisbach, Hazen-Williams dan Chezy-Manning 2. Merupakan <i>software</i> simulasi yang bersifat <i>public domain</i> (gratis) 3. Memungkinkan untuk dimasukkannya kategori kebutuhan (<i>demand</i>) ganda pada <i>node</i>, masing-masing dengan pola tersendiri bergantung pada variasi waktu 4. Mudah dalam pengoperasiannya 5. Mempunyai kemampuan dalam menyimulasi model kualitas air. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perlu menghitung ulang besarnya <i>head loss</i> yang terjadi pada pipa ke dalam satuan meter 2. Tampilannya yang masih sederhana, sehingga dipandang kurang menarik.

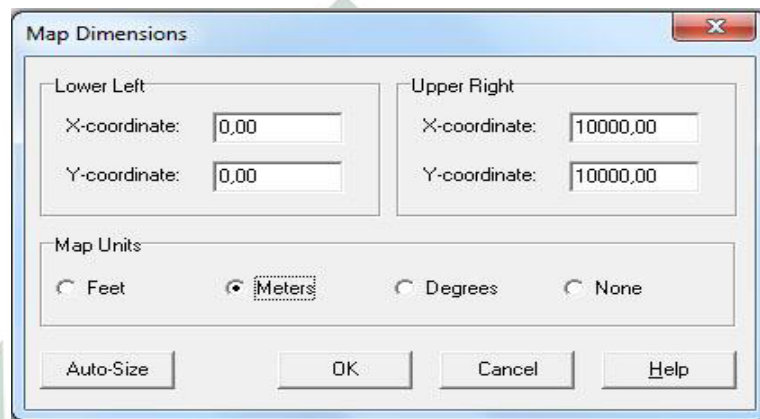
Sumber: BPPSPAM Departemen Pekerjaan Umum (2014)

Berdasarkan keunggulan dan kekurangannya tersebut, *Epanet 2.0* dapat dipertimbangkan untuk menghitung *head* pada suatu sistem hidrolik termasuk pada sistem distribusi air bersih pada gedung.

Gambar 2.6 Kotak Dialog *Dimension*

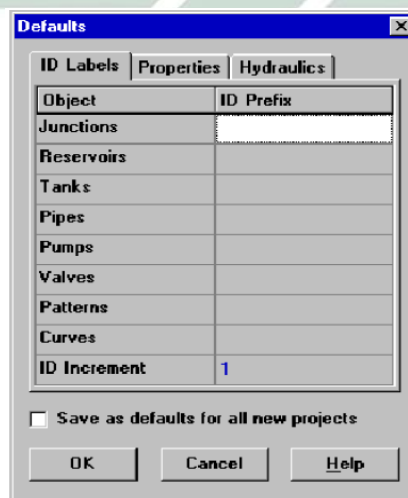
Sumber: Rossman (2000)

Pilih Meters untuk menyatakan ke dalam satuan internasional (SI).
 mengubah pengaturan *defaults* pada *Epanet 2.0*, perlu memilih menu *A*
 lalu klik pilihan *Default*. Akan muncul kotak dialog seperti Gamb
 berikut ini :



Sumber: Rossman (2000)

Pilih Meters untuk menyatakan ke dalam satuan internasional (SI). Untuk mengubah pengaturan *defaults* pada *Epanet 2.0*, perlu memilih menu *Project* lalu klik pilihan *Default*. Akan muncul kotak dialog seperti Gambar 2.7 berikut ini :



Gambar 2.7 Kotak Doalog *Default*

METODOLOGI PERENCANAAN

Metodologi merupakan suatu cara yang dilakukan untuk mencapai tujuan dari suatu perencanaan/ penelitian. Dalam mengerjakan suatu perencanaan terdapat beberapa tahapan kegiatan yang dilakukan yaitu survei lapangan, pengumpulan data, identifikasi dan analisa data, serta merencanakan sistem transmisi dan distribusi air minum menggunakan sumber mata air wae decer Kecamatan Langke Rembong Kabupaten Manggarai. Tahapan kegiatan tersebut dilakukan secara sistematis dan terarah. Diharapkan dengan tahapan yang sistematis, perencanaan ini dapat menghasilkan jaringan SPAM yang dapat bermanfaat bagi masyarakat di daerah pelayanan. Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam surat Al- Furqan ayat 48-49:

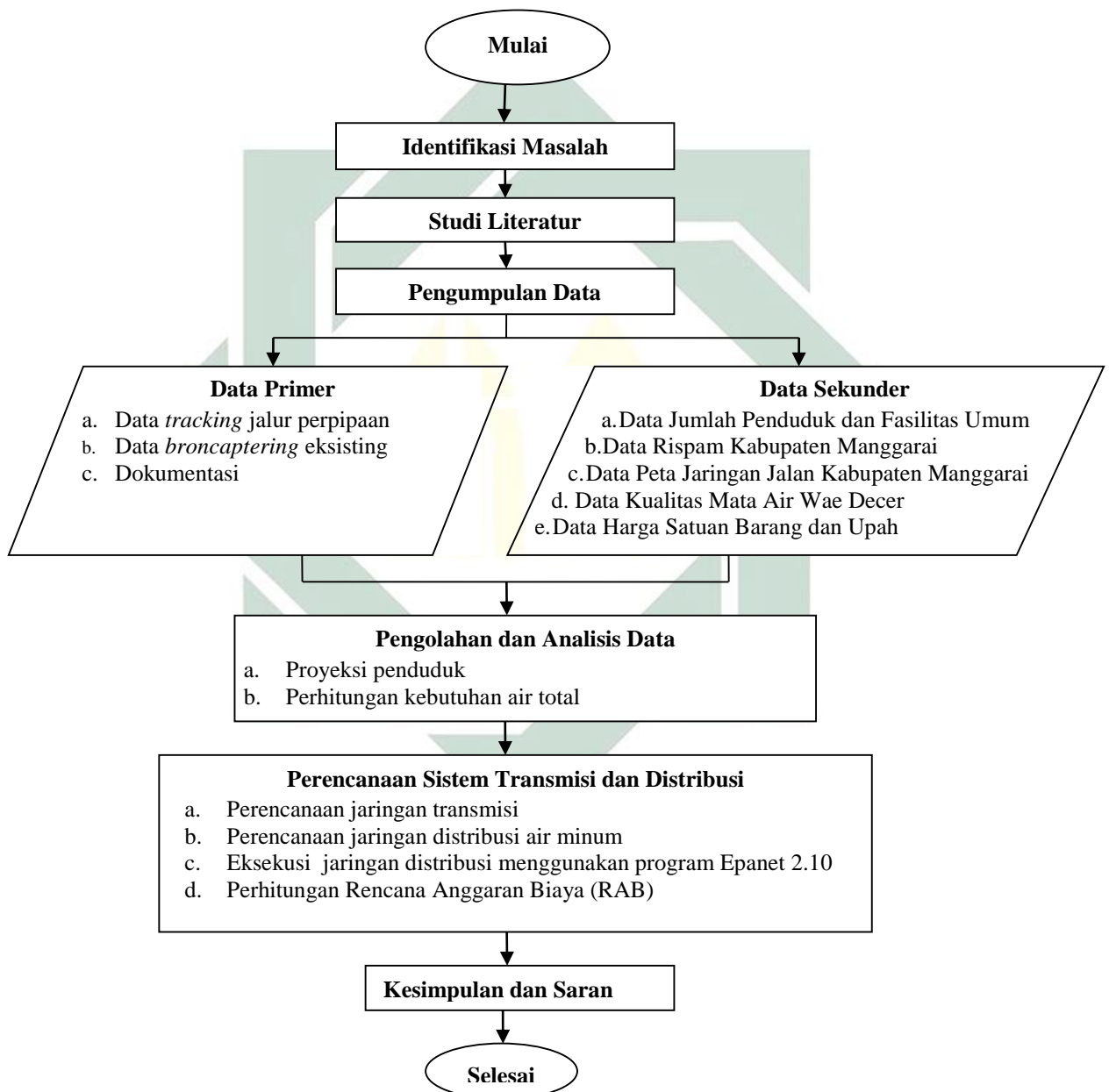
Artinya:

“Dialah (Allah) yang meniupkan angin (sebagai) pembawa kabar gembira sebelum kedatangan rahmat-Nya (hujan); dan kami turunkan dari langit air yang amat bersih, agar kami menghidupkan dengan air itu negeri (tanah) yang mati, agar kami memberi minum dengan air itu sebagian besar dari makhluk kami, binatang-binatang ternak dan manusia yang banyak”. (Al-Furqan : 48-49).

Berdasarkan firman Allah SWT diatas, Allah SWT telah menurunkan air bersih yang diperuntukkan bagi makhluk-Nya di muka bumi ini. Salah satunya adalah sebagai air minum. Agar dapat dirasakan manfaatnya bagi makhluk hidup terutama bagi manusia, maka perlu dilakukan pengelolaan yang baik dan sesuai dengan standar pemerintah. Salah satunya yaitu dengan merencanakan jaringan perpipaan yang mengalirkan air dari sumber menuju ke daerah konsumen.

III.2 Alur Perencanaan

Tahapan perencanaan terdiri atas beberapa urutan pekerjaan. Berikut ini adalah diagram alir penyusunan tugas akhir tentang Perencanaan Sistem Transmisi dan Distribusi Air Minum Menggunakan Sumber Mata Air Wae Decer Kecamatan Langke Rembong Kabupaten Manggarai dapat di lihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur Perencanaan Tugas Akhir

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Tabel 3.2 Data Untuk Identifikasi Wilayah Perencanaan

Jenis Data	Nama Data	Sumber Data	Metode Pengumpulan Data	Data yang diperoleh
Data Primer	Data faktual <i>Broncapturing</i> Wae Decer	Pengamatan dan pengukuran	Metode pengamatan dan pengukuran secara langsung. (mistar gulung dan foto udara)	Volume total <i>broncapturing</i> faktual
	Data jalur trase perpipaan SPAM	Pengamatan dan pengukuran	Metode pengamatan dan pengukuran secara langsung. (GPS, Theodolit, dan foto udara)	Elevasi dan kontur permukaan tanah
Data Sekunder	Data Kependudukan	Biro Pusat Statistik	Metode Literatur (Pengambilan data kependudukan dari BPS)	a. Data Jumlah Penduduk b. Data penyebaran penduduk
	Data RISPAM Kabupaten manggarai	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah	Metode Literatur (pengambilan data RISPAM dari BAPPEDA) persampahan sangat tinggi)	a. Data base jaringan air minum /bersih eksisting b. Sumber air baku (mata air) di kabupaten Manggarai

Sumber: Hasil Analisis, 2018

III.5 Pengolahan dan Analisa Data

Pada tahap ini, data yang diperoleh baik itu data primer maupun data sekunder diolah berdasarkan fungsinya sesuai dengan studi literatur yang dilakukan sebelumnya. Data olahan yang dihasilkan menjadi sebuah masukan dan pertimbangan dalam analisis yang dilakukan. Berikut ini adalah beberapa kegiatan yang harus dilakukan pada tahapan ini, disajikan pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Pengolahan dan Analisa Data Perencanaan

Data yang dianalisa	Hasil Analisa
1. Volume total <i>broncapturing existing</i>	Kapasitas air baku
2. Data base jaringan air minum	jarak (panjang pipa), jenis assesoris pipa yang akan digunakan
3. Data penduduk dan fasilitas umum	Proyeksi penduduk untuk menentukan besarnya kebutuhan total air bersih dalam kurun waktu 10 tahun mendatang di wilayah perencanaan.

GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN

IV.1.1 Letak Geografis

Sebelah Barat	: Kabupaten Manggarai Barat
Sebelah Utara	: Laut Flores
Sebelah Timur	: Kabupaten Manggarai Timur
Sebelah Selatan	: Laut Sewu

Kondisi topografi Kabupaten Manggarai secara umum adalah daerah dataran tinggi yang didominasi oleh bentuk permukaan dataran yang bergelombang (pegunungan) yang dapat dilihat pada Gambar 4.1. Kabupaten Manggarai berada pada ketinggian dataran 100- 200 mdpl, 300 -500 mdpl, dan 500 mdpl. Sebanyak 23,98% wilayah yang berada pada ketinggian dataran 100- 200 mdpl, kemudian sebanyak 26% wilayah yang berada pada ketinggian dataran 300- 500 mdpl, dan 6% wilayah yang berada pada ketinggian dataran 500 mdpl. Berikut luas ketinggian dataran dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan *Gambar 4.2*:

No	Ketinggian	Luas Wilayah (Ha)	Prosentase Ketinggian
1	0 – 100 M DPL	28.512 Ha	17,079%
2	100 – 500 M DPL	64.362 Ha	38,553%
3	500 – 1.000 M DPL	56.528 Ha	33,861%
4	> 1.000 M DPL	17.540 Ha	0,507%

[illegible]

IV.1.3 Kondisi Klimatologi

Kabupaten Manggarai merupakan daerah yang memiliki iklim tropis, yaitu terdiri dari 2 musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Sedangkan suhu udara rata- rata berkisar antara 15 °C hingga 24,70 °c, dengan rata- rata 19,70 °c, dan tingkat kelembaban rata - rata 84 %. Kabupaten Manggarai cenderung dalam wilayah basah, yaitu curah hujan yang cukup tinggi namun tidak merata. Jumlah hujan rata- rata 2.440,9 mm dengan rata- rata bulan basah setiap tahun adalah tujuh bulan. Rata- rata suhu dan kelembaban udara Kabupaten Manggarai dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Rata- rata Suhu dan Kelembaban Udara Menurut Bulan di Kabupaten Manggarai Tahun 2018

Bulan	Suhu udara (°C)			Kelembaban udara (%)		
	maks	Min	Rata - rata	Maks	Min	Rata - rata
Januari	24,7	17,7	20,6	98	74	88
Februari	23,0	16,3	19,2	99	82	92
Maret	24,9	17,0	20,2	97	83	90
April	25,6	16,1	20,2	95	74	88
Mei	25,3	15,2	19,9	95	65	85
Juni	24,6	14,8	18,9	94	79	88
Juli	24,8	13,3	18,7	94	79	88
Agustus	25,0	12,8	19,7	92	61	81
September	26,3	14,1	20,9	89	64	80
Oktober	26,2	15,7	21,6	93	61	85
November	25,5	16,7	20,7	95	80	89
Desember	24,7	17,5	20,3	97	85	92

Sumber : BPS Kabupaten Manggarai, 2018

IV.1.5 Kondisi Geologi

Kondisi geologi di Kabupaten Manggarai terdiri dari beberapa satuan batuan yaitu *Alluvium*, batuan gunung api muda, batuan gamping koral, *Diont Kwarsa*, formasi baru, formasi laka, formasi nangapanda, formasi Kiro, formasi Waihcliong, hasil gunung api tua, undak pentai. Jenis tanah di Kabupaten Manggarai pada umumnya terdiri dari jenis tanah *Alluvial*, *Mediteran*, dan *Litosol* yang dapat dilihat pada Gambar 4.4.

IV.1.6 Kondisi Demografi

Berdasarkan data Kabupaten Manggarai Dalam Angka Tahun 2018, bahwa jumlah penduduk Kabupaten Manggarai pada tahun 2017 tercatat 329.198 jiwa, yang tersebar di 12 kecamatan. Dari jumlah penduduk tersebut, yang terbanyak berada di Kecamatan Langke Rembong yaitu 66.759 jiwa, sedangkan yang terendah pada Kecamatan Lelak yaitu 10.863 jiwa. Berdasarkan dari data yang terkumpul dari tahun 2010 – 2018 menunjukkan bahwa perkembangan jumlah penduduk di Kabupaten Manggarai selalu bertambah tiap tahunnya, dengan laju pertumbuhan sebesar 1,63 %. Berikut ini adalah pertumbuhan jumlah penduduk di Kabupaten Manggarai tahun 2010 -2018, disajikan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk di Kabupaten Manggarai Tahun 2010 - 2018

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk (Orang)			Laju Pertumbuhan Penduduk Per Tahun	
		2010	2016	2018	2010-2016	2016-2018
1	Satar Mese	30.728	33.386	30728	1,38	1,33
2	Satar Mese Barat	17.207	18.571	17207	1,27	1,21
3	Satar Mese Utara	12.960	12.779	12960	-0,24	-0,30
4	Langke Rembong	66.759	79.150	68475	2,87	2,81
5	Ruteng	39.061	41.636	39061	1,06	1,00
6	Wae Rii	25.737	29.640	30460	2,37	2,32

Luas Kabupaten Manggarai sebesar 1.669,42 Km² yang terbagi dalam 12 kecamatan. Berdasarkan jumlah penduduknya, kepadatan penduduk tertinggi berada di Kecamatan Langke Rembong yaitu 1289,42/ km², Sedangkan kepadatan penduduk terendah adalah Kecamatan Reok Barat sebesar 42,07/ km². Berikut persebaran dan kepadatan penduduk di Kabupaten Manggarai dapat di lihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Distribusi dan Kepadatan Penduduk Menurut Kecamatan di Kabupaten Manggarai Tahun 2018

No	Kecamatan	Persentase Penduduk	Kepadatan Penduduk per km ²
1	Satar Mese	10,28	113,33
2	Satar Mese Barat	5,71	95,75
3	Satar Mese Utara	3,87	71,18
4	Langke Rembong	24,72	1289,42
5	Ruteng	12,77	308,68
6	Wae Rii	9,21	421,38
7	Lelak	3,42	296,94
8	Rahong Utara	6,96	337,59
9	Cibal	7,98	251,11
10	Cibal Barat	4,27	234,04
11	Reok	6,24	83,74
12	Reok Barat	4,57	42,07
Jumlah/ Total		100,00	181,02

Sumber: BPS Kabupaten Manggarai, 2018

a) Kecamatan Langke Rembong

Topografi desa di kecamatan Langke Rembong terdiri dari dataran, lereng/perbukitan. Kecamatan Cibal memiliki kisaran rata- rata kemiringan tanah 2-40 %. Sedangkan kisaran ketinggian daratan dari permukaan laut adalah 500-1000 MDPL.

b) Kecamatan Rahong Utara

Topografi desa di Kecamatan Rahong Utara terdiri dari dataran, lereng/ perbukitan, dan lembah/ aliran sungai. Kecamatan Cibal memiliki kisaran rata-rata kemiringan tanah 10 -45 %. Sedangkan kisaran ketinggian daratan dari permukaan laut adalah 400-700 MDPL.

c) Kecamatan Cibai

Topografi desa di kecamatan Cibal adalah lereng/perbukitan. dengan kisaran rata- rata kemiringan tanah 10-59%. Sedangkan kisaran ketinggian daratan dari permukaan laut adalah 300- 900 MDPL.

d) Kecamatan Cibai Barat

Topografi desa di kecamatan Cibai Barat adalah lereng/perbukitan. dengan kisaran rata- rata kemiringan tanah 30-50%. Sedangkan kisaran ketinggian daratan dari permukaan laut adalah 300- 710 MDPL.

IV.2.3 Kondisi Demografi

a) Kecamatan Langke Rembong

Berdasarkan data Kecamatan Langke Rembong Dalam Angka Tahun 2018, bahwa jumlah penduduk Kecamatan Langke Rembong pada tahun 2018 tercatat 68.745 jiwa, untuk lebih lengkapnya disajikan pada tabel 4.6.

b) Kecamatan Rahong Utara

Berdasarkan data Kecamatan Rahong Utara Dalam Angka Tahun 2018, bahwa jumlah penduduk Kecamatan Rahong Utara pada tahun 2018 tercatat 24.566 jiwa, untuk lebih lengkapnya disajikan tabel 4.7.

Tabel 4.7 Jumlah Penduduk, Luas Wilayah, dan Kepadatan Penduduk
Kecamatan Rahong Utara Tahun 2018

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk	Luas Wilayah (Km ²)	Kepadatan Penduduk/ Km ²
		2018		
1	Pong Lengor	2368	3,34	726,65
2	Dimpong	1630	3,01	503,32
3	Tengku Lese	1381	4,24	545,28
4	Golo Langkok	1515	4,03	657,82
5	Liang Bua	2334	4,66	617,60
6	Bangka Ajang	2878	3,51	664,96
7	Compang Dari	2312	3,52	392,33
8	Buar	2651	11,73	201,88
9	Benteng Tubi	2427	3,09	527,51
10	Manong	1657	8,12	204,06
11	Bangka Ruang	1703	2,70	630,74
12	Wae Mantang	1710	11,00	155,45
Jumlah/ Total		24.566	62,95	390,25

Sumber: BPS Kecamatan Rahong Utara, 2018

c) Kecamatan Cibai

Berdasarkan data Kecamatan Cibal Dalam Angka Tahun 2018, bahwa jumlah penduduk Kecamatan Cibal pada tahun 2018 tercatat 27.794 jiwa, untuk lebih lengkapnya disajikan tabel 4.8.

Tabel 4.8 Jumlah Penduduk, Luas Wilayah, dan Kepadatan Penduduk
Kecamatan Cibai Tahun 2018

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk	Luas Wilayah (Km ²)	Kepadatan Penduduk/ Km ²
		2018		
1	Nenu	2380	7,54	315,65
2	Wudi	1667	6,00	277,83
3	Rado	1515	4,00	378,75
4	Welu	2225	7,70	288,96
5	Barang	1310	4,56	287,28
6	Pinggang	1468	6,75	217,48
7	Golo	1320	6,69	197,31
8	Pagal	2684	8,94	200,22
9	Gapong	1188	1,68	707,14
10	Perak	1442	7,98	180,70
11	Bea mese	1295	3,74	346,26
12	Lando	1004	3,88	258,76
13	Langkas	1431	8,57	166,98
14	Kentol	1102	1,37	804,38
15	Riung	2137	8,75	244,23
16	Ladur	2018	9,80	205,92
17	Golo Ncuang	1608	6,64	242,17
Jumlah/ Total		27.794	104,59	5420,03

Sumber: BPS Kecamatan Cibai, 2018

Berdasarkan gambar diatas, dapat dilihat bahwa pada mata air Wae Decer sudah dibangun bangunan penangkap mata air (*broncaptering*). Pada bangunan *broncaptering* mata air Wae Decer, terdapat 2 ruang utama, yaitu ruang pengendapan dan ruang pengumpul. Ruang pengendapan berfungsi untuk megendapkan pasir yang ikut muncul ke permukaan bersama dengan air artesis yang keluar (Andaerri, 2016). Dengan adanya ruang pengendapan, maka kandungan pasir tidak akan ikut masuk ke dalam ruang pengumpul yang nantinya akan dialirkan menuju pipa transmisi distribusi, sehingga kualitas air yang dialirkan tetap terjaga. Selain itu, pada bangunan *broncaptering* mata air Wae Decer juga terdapat 3 (tiga) *manhole*. Masing-masing yaitu 2 (dua) *manhole* pada ruang pegenap, dan 1 (satu) *manhole* pada ruang pengumpul. *Manhole* ini berfungsi untuk mempermudah petugas dalam melakukan pengecekan bangunan *broncaptering* secara berkala (Palangda, 2015).

Adanya pemanfaatan sumber mata air sebesar 33 liter per detik, menyisakan kapasitas sisa (*idle capacity*) yang cukup besar yaitu mencapai 117 liter per detik. Namun, pada perencanaan kali ini kapasitas yang akan dimanfaatkan adalah sebesar 40 liter per detik. Sehingga, nantinya masih terdapat debit sisa sebesar 77 liter per detik. Debit sisa akan digunakan warga untuk mengaliri lahan persawahan. Karena memang terdapat banyak lahan persawahan di daerah kecamatan Langke Rembong yang hidup dari sumber mata air Wae Decer (RISPAM Kabupaten Manggarai, 2016).

Sumber mata air Wae Decer layak untuk digunakan sebagai air minum dan sudah dilakukan pengujian baku mutu air oleh Balai Lingkungan Hidup Daerah (BLHD) Kabupaten Manggarai pada tahun 2014, seperti pada Tabel 5.1 berikut ini.

	PARAMETER						
	pH	TDS (mg/l)	Kekeruhan (NTU)	DO (mg/l)	Mn (mg/l)	Amonia (mg/l)	Klorin (mg/l)
WAE DECER	7.5	100	0.23	7.38	0.004	0	0.001
BAKU MUTU (kepmenkes)	6,5 s/d 8,5	1000	5	6	0.1	0.5	0.3

Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat bahwa dari semua parameter yang di uji, yaitu pH, TDS (*Total dissolved Oxygen*), kekeruhan, DO (*Dissolved Oxygen*), kandungan Mangan, kandungan Amonia, dan kandungan Klorin menunjukkan hasil bahwa kualitas air mata air Wae Decer sudah memenuhi baku mutu dari KEPMENKES. Namun, dalam uji kualitas yang dilakukan oleh BLHD Kabupaten Manggarai, belum dilakukan uji kualitas terhadap kandungan mikrobiologi di dalam air, terutama yaitu *Escherichia coli* yang pada umumnya banyak terkandung dalam air tanah. Sehingga, pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian secara mikrobiologi untuk memastikan kualitas dari sumber mata air Wae Decer tersebut.

Dalam perencanaan ini, wilayah yang direncanakan akan mendapatkan pelayanan air bersih terdiri dari 5 kecamatan, yaitu Kecamatan Langke Rembong,

Analisis hidrolika diperlukan untuk mengetahui seberapa besar tekanan air untuk menentukan desa-desa mana saja yang akan menjadi sasaran pelayanan air minum mata air Wae Decer (Roy, 2015). Pengukuran di lapangan dilakukan dengan menggunakan alat *theodolite* dan GPS, yang kemudian akan disinkronkan menggunakan aplikasi *google earth* untuk mendapatkan elevasi dari pipa.

77

V.3 Analisis Kependudukan

Pertambahan penduduk akan mempengaruhi kebutuhan air pada masa mendatang. Menurut Permen PU No 18 Tahun 2007 perhitungan tingkat pertumbuhan penduduk dilakukan dengan menggunakan 3 metode proyeksi penduduk yaitu metode aritmatik, metode geometrik, dan least square. Metode proyeksi yang akan digunakan adalah yang memiliki nilai regresi terbesar (mendekati nilai satu).

Sesuai dengan metode proyeksi penduduk yang telah disampaikan. Proyeksi penduduk di Kabupaten Manggarai akan menggunakan metode aritmatik, geometrik dan *least square*, dengan 2 tahapan proyeksi, yaitu proyeksi untuk penduduk lingkup Kabupaten, baru kemudian dilakukan pendistribusian ke masing-masing kecamatan hingga desa/kelurahan dengan menggunakan presentase jumlah penduduk kecamatan terhadap penduduk kabupaten serta presentase penduduk desa/kelurahan terhadap penduduk kecamatan. Berikut ini merupakan jumlah penduduk di Kabupaten Manggarai dari tahun 2009 sampai 2018, dapat dilihat pada Tabel 5.2.

adalah Penduduk di Kabupaten Manggarai Pada Tahun

adalah Penduduk di Kabupaten Manggarai Pada Tahun

adalah Penduduk di Kabupaten Manggarai Pada Tahun

Berdasarkan data jumlah penduduk Kabupaten Manggarai di atas, langkah selanjutnya adalah menentukan metode yang paling sesuai untuk digunakan dalam proyeksi penduduk Kabupaten Manggarai. Pendekatan dilakukan dengan menggunakan tiga metode matematis yaitu metode aritmatik, metode geometrik, dan *least square* seperti pada tabel-tabel dibawah ini:

Tabel 5.3 Perhitungan dengan Metode Aritmatika

Tahun	Jumlah penduduk (jiwa)	X	Y	X^2	Y^2	XY
2009	282289	0	0	0	0	0
2010	294869	1	12580	1	158256400	12580
2011	298593	2	3724	4	13868176	7448
2012	303978	3	5385	9	28998225	16155
2013	326990	4	23012	16	529552144	92048
2014	332138	5	5148	25	26501904	25740
2015	337286	6	5148	36	26501904	30888
2016	337290	7	4	49	16	28
2017	324014	8	-13276	64	176252176	-106208
2018	293888	9	-30126	81	907575876	-271134
JUMLAH		45	11599	285	1867506821	-192455
R						-0.000014

Sumber: Analisa dan Perhitungan, 2019

Tabel 5.4 Perhitungan dengan Metode Geometrik

Tahun	Jumlah penduduk (jiwa)	X	Y	X^2	Y^2	XY
2009	282289	1	12.55068665	1	157.52	12.55
2010	294869	2	12.59428647	4	158.62	25.19
2011	298593	3	12.60683672	9	158.93	37.82
2012	303978	4	12.62471061	16	159.38	50.50

Berdasarkan hasil proyeksi di atas, dapat dilihat bahwa jumlah penduduk Kabupaten Manggarai pada tahun 2038 adalah sebanyak 379644 jiwa sedangkan pada tahun eksisting (2018) hanya sebanyak 310482 jiwa. Ini berarti selama 20 tahun terjadi peningkatan penduduk sebanyak 69162 jiwa. Dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk, maka kebutuhan air setiap tahunnya akan semakin meningkat. Jumlah kebutuhan air yang semakin meningkat, menyebabkan harus adanya pengembangan SPAM secara berkala seiring dengan pertumbuhan penduduk (Pittock, 2010), sehingga nantinya seluruh warga akan mendapatkan akses air yang layak. Hal inilah yang menjadi dasar dilakukannya proyeksi pertumbuhan penduduk pada perencanaan kali ini. Karena jumlah penduduk akan menjadi dasar dari perhitungan-perhitungan selanjutnya, termasuk perhitungan kebutuhan air. Sebelum dilakukan perhitungan kebutuhan air, maka perlu dilakukan terlebih dahulu proyeksi jumlah penduduk pada tingkat desa. Tujuannya adalah untuk dapat mengetahui jumlah penduduk dari setiap desa, sebagai dasar pembagian jumlah debit air pada setiap desa dalam jaringan SPAM air minum sumber mata air Wae Decer Kabupaten Manggarai. Berikut ini adalah hasil proyeksi penduduk per desa pada Kecamatan jumlah penduduk per desa pada tahun 2018 – 2038, seperti pada tabel 5.8 berikut.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Penduduk terlayani} &= \% \text{ pelayanan} \times \Sigma \text{ penduduk} & \mathbf{(2.10)} \\ &= 100 \% \times 1155 \\ &= 1155 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

Kabupaten Manggarai masuk kedalam kategori kota sedang, sehingga jumlah anggota keluarga per KK adalah 6 orang (SNI Tahun 1997 Tentang Pemakaian Air Domestik). Maka untuk menghitung jumlah KK yang terlayani adalah dengan cara dibawah ini:

- Pemakaian air per orang per hari adalah 150 Liter/orang/hari. Sehingga didapatkan total kebutuhan air domestik dengan cara di bawah ini:

- Pada analisis kebutuhan air kali ini, fasilitas umum yang dimasukkan dalam perhitungan non domestik adalah sekolah. Di Desa Poco terdapat satu Sekolah Dasar (SD), namun tidak ada Sekolah Menengah Pertama (SMP), maupun Sekolah Menengah Atas(SMA). Berdasarkan Permendikbud No. 17 Tahun 2017 jumlah siswa SD per kelas adalah 20 – 28 siswa. Sehingga dalam perhitungan ini diambil

Kebutuhan air non domestik

4. Menghitung Total Kebutuhan Air
= Kebutuhan air domestik + Kebutuhan air non domestik (2.14)
= 1,34 + 0,02
= 1,36 Liter/detik
5. Menghitung Kebocoran Air
= Total kebutuhan air x % kebocoran (dipakai 20%) (2.15)
= 1,36 Liter/detik x 20%
= 0,27 Liter/detik
6. Menghitung Kebutuhan Rata-Rata Harian
= Total kebutuhan air + Kebocoran air (2.16)
= 1,36 Liter/detik + 0,27 Liter/detik
= 1,63 Liter/detik
7. Menghitung Kebutuhan Maksimum Harian
= Kebutuhan rata-rata harian x Faktor maksimum (2.17)
= 1,63 Liter/detik x 1,25 (skala 1,15 – 1,25) (*SNI Tahun 1997*)
= 2,04 Liter /detik
8. Menghitung Kebutuhan Puncak Harian
= Kebutuhan maksimum harian x Faktor puncak (2.18)
= 2,04 Liter/detik x 1,75 (skala 1,5 – 1,75) (*SNI Tahun 1997*)
= 3,56 Liter/detik

Tabel 5.9 Proyeksi Kebutuhan Air Minum Desa Poco,Kecamatan Langke Rembong Kabupaten Manggarai Tahun 2018 - 2038

URAIAN	SATUAN	TAHUN																				
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
A. Penduduk																						
1. Jumlah Penduduk (1)	Jiwa	1126	1155	1185	1216	1248	1280	1313	1347	1382	1418	1455	1493	1532	1571	1612	1654	1697	1741	1786	1833	1880
2. Tk pelayanan (2)	%	58	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3. Juml. penduduk terlayani (3)	Jiwa	670	1155	1185	1216	1248	1280	1313	1347	1382	1418	1455	1493	1532	1571	1612	1654	1697	1741	1786	1833	1880
4. Juml. Keluarga (4)	KK	112	193	198	203	208	213	219	225	230	236	243	249	255	262	269	276	283	290	298	305	313
B. Kebutuhan Domestik																						
1. Tingkat pelayanan																						
SR (5)	%	58	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2. Jumlah yang terlayani																						
SR (7)=(5)*(4)	Unit	65	193	198	203	208	213	219	225	230	236	243	249	255	262	269	276	283	290	298	305	313
3. Jumlah konsumsi air																						
SR (8)	l/s	0.45	1.34	1.37	1.41	1.44	1.48	1.52	1.56	1.60	1.64	1.68	1.73	1.77	1.82	1.87	1.91	1.96	2.02	2.07	2.12	2.18
C. Kebutuhan Non Domestik																						
1. Sarana Pendidikan																						
a. TK dan SD																						
Jumlah (11)	Jiwa	168	172	177	181	186	191	196	201	206	212	217	223	229	234	241	247	253	260	267	273	281
Kebutuhan air (12)	l/o/hr	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Jumlah kebutuhan air (13)=(11)*(12)/86400	l/s	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
b. SLTP																						
Jumlah (14)	Jiwa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kebutuhan air (15)	l/o/hr	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Jumlah Kebutuhan air (16)=(14)*(15)/86400	l/s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
c. SLTA																						
Jumlah (17)	Jiwa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kebutuhan air (18)	l/o/hr	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Jumlah Kebutuhan air (19)=(17)*(18)/86400	l/s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2. Total Kebutuhan Air Non Domestik (20)=(13)+(16)+(19)	l/s	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
D. Total Kebutuhan Air (21)=(8)+(20)	l/s	0.47	1.36	1.39	1.43	1.47	1.50	1.54	1.58	1.62	1.67	1.71	1.75	1.80	1.85	1.89	1.94	1.99	2.04	2.10	2.15	2.21
E. Kebocoran 20% (22)=20%*(21)	l/s	0.09	0.27	0.28	0.29	0.29	0.30	0.31	0.32	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44
F. Kebutuhan Rata-Rata Air Harian (23)=(21)+(22)	l/s	0.56	1.63	1.67	1.71	1.76	1.80	1.85	1.90	1.95	2.00	2.05	2.10	2.16	2.21	2.27	2.33	2.39	2.45	2.52	2.58	2.65
G. Kebutuhan Maksimum Harian (24)=1.25*(23)	l/s	0.70	2.04	2.09	2.14	2.20	2.26	2.31	2.37	2.44	2.50	2.56	2.63	2.70	2.77	2.84	2.91	2.99	3.07	3.15	3.23	3.31
H. Kebutuhan Puncak Harian (25)=1.75*(24)	l/s	1.23	3.56	3.65	3.75	3.85	3.95	4.05	4.15	4.26	4.37	4.49	4.60	4.72	4.84	4.97	5.10	5.23	5.37	5.51	5.65	5.80

Sumber: Analisa dan Perhitungan, 2019

Data lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2: Proyeksi Kebutuhan Air Minum per Desa Kabupaten Manggarai Tahun 2018 – 2038.

Pipa transmisi DED Air Minum/Air Bersih Wae Decer direncanakan dikonstruksi di atas tanah persawahan, dan pinggiran saluran irigasi yang berada di tebing pegunungan. Debit ir pada pipa transmisi merupakan debit awal dari sumber mata air Wae Decer yaitu sebesar 40 liter/detik. Aliran air dalam pipa direncanakan menggunakan sistem gravitasi. Aliran sistem gravitasi ini memanfaatkan elevasi sumber mata air Wae Decer. Elevasi outlet pipa *broncaptering* wae decer berada di posisi elevasi 1118,36. Pipa transmisi direncanakan sepanjang 4,75 km mulai dari *broncaptering* sumber mata air Wae Decer hingga mencapai jalan raya di sekitar Desa Karot. Outlet pipa transmisi sendiri berada pada posisi elevasi 1051,16 meter.

The screenshot shows the 'Network Map' interface. On the left, there are two legends: 'Pressure' in 'm' with a color scale from 25.00 (blue) to 100.00 (red), and 'Flow' in 'LPS' with a color scale from 0.00 (blue) to 100.00 (red). The main area displays a network of pipes and valves, with colors corresponding to these values. The top right corner shows the date and time: 'Day 1, 12:00 AM'.

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Saluran transmisi SPAM Wae Decer ini juga memiliki fungsi sebagai saluran transmisi tenaga listrik (BPPSPAM, 2000). Akibatnya, sisa tekan yang terdapat pada saluran transmisi yang mencapai 67,20 meter hilang pada bagian saluran transmisi. Berdasarkan hasil simulasi ini, maka pada ujung pipa transmisi tidak akan terjadi sisa tekan. Sehingga saluran pipa transmisi nantinya akan langsung disambungkan ke saluran transmisi tenaga listrik. Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa pipa transmisi SPAM Wae Decer ini, itu artinya tidak ada tekanan pada pipa transmisi SPAM Wae Decer yang akan merusakkan pada pipa. Pipa transmisi SPAM mata air Wae Decer ini akan disambungkan ke GIP dengan ketahanan tekanan mencapai 12,5 MPa atau setara dengan 125 meter. Namun, untuk memastikan bahwa hasil simulasi ini benar-benar tepat, maka perlu dilakukan perhitungan manual.

u, pada gambar di atas dapat dilihat bahwa pipa ah, itu artinya tidak ada tekanan pada pipa kerusakan pada pipa. Pipa transmisi SPAM mata kan GIP dengan ketahanan tekanan mencapai 12, 125 meter. Namun, untuk memastikan bahwa has ah tepat, maka perlu dilakukan perhitungan manual

Langkah Manual Diameter dan Sisa Tekan Pipa T

Langkah Manual Diameter dan Sisa Tekan Pipa T

$$: 40 \text{ liter/detik} = 0,04 \text{ m}^3/\text{detik}$$

an : 40 liter/detik = 0,04 m³/detik

ir Wae Decer : 1118,366 m

Air Wae Decer : 1118,366 m
 Air pembagi : 1051,16 m

air pembagi : 1051,16 m
 : 4,75 km

: 4,75 km
 : 0,7 m/detik (0,6 – 1,2) (BPPSPAM)

- dimensi pipa transmisi

$$D = \sqrt{\frac{Q \times 4}{\pi \times V}} \quad (2.22)$$

$$D = 0,270 \text{ m}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas diperoleh diameter pipa transmisi sebesar 300 mm. Diameter ini tergolong lebih kecil jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang mencapai 350 mm (Tim Konindo, 2017). Hal ini terjadi karena pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kementerian PUPR Kabupaten Manggarai, asumsi laju alir yang digunakan adalah 0,6 m/detik, sedangkan pada perencanaan ini lebih besar yaitu 0,7 m/detik. Sesuai dengan prinsip hidrolika perpipaan, laju alir dalam pipa berbanding terbalik dengan diameter pipa. Semakin besar laju alir dalam pipa akan menyebabkan diameter pipa akan semakin kecil, namun dengan tekanan yang semakin besar.

No Titik : dari titik *broncaptering* ke titik J1

$$A = 0.072 \text{ m}^2$$

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

D = Diameter pipa (m)

$$V = \frac{Q}{A} \quad (2.21)$$

$$V = \frac{0,04 \text{ m}^3/\text{s}}{0.072 \text{ m}^2}$$

$$V = 0,555 \text{ m/s}$$

Headloss Mayor :

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times S^{0,54} \quad (2.25)$$

$$\Delta H = \left(\frac{Q}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,851}$$

$$\Delta H = \left(\frac{0,05 \text{ m}^3/\text{s}}{0,2785 \times 150 \times 0,303^{2,63}} \right)^{1,851}$$

$$\Delta H = 0.00086 \text{ m}$$

[illegible]

Headloss Minor :

Pada perhitungan *headloss* minor dapat dilihat bahwa hasilnya adalah 0 m. Hal ini disebabkan pada pipa yang menghubungkan bangunan *broncaptering* dan j1 tidak terdapat aksesoris *bend* maupun pengecilan atau perbesaran diameter pipa. Sehingga nilai koefisien *headloss* minor pada perhitungan ini adalah 0.

Total Headloss :

Sisa Tekanan Awal : $1118,366 \text{ m} - 1118,366 \text{ m} = 0 \text{ m}$

Sisa Tekan Akhir : $1118,366 \text{ m} - (1112,557 + 0,00086) \text{ m} = 5,80 \text{ m}$

Dari hasil perhitungan di atas, didapatkan hasil sisa tekan yang sama antara perhitungan manual dan dengan menggunakan *Epanet 2.0*. Ini menunjukkan bahwa input data pada *Epanet 2.0* telah sesuai dan bisa dilakukan *running* atau simulasi. Berikut ini adalah hasil analisis hidrolika sistem transmisi SPAM Wae Decer, dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Pada titik J0, dapat dilihat bahwa ketinggian pipa adalah 118,366 meter, sama dengan elevasi tanah pada *broncaptering*. Ini menunjukkan bahwa posisi pemasangan pipa transmisi tidak ditanam di dalam tanah, melainkan pipa diletakkan diatas permukaan tanah sejajar dengan aliran irigasi. Penanaman pipa tidak memungkinkan karena kondisi lapangan pada jalur pipa transmisi yang berupa tebing. Sulit untuk melakukan penggalian tanah pada jalur transmisi, karena berpotensi terjadinya longsor. Untuk mengatasi masalah ini, maka dipilih jenis pipa *Galvanis Iron Pipe* (GIP) yang tahan akan benturan mekanis, sehingga pipa tidak perlu untuk ditanam didalam tanah (Putra, 2017).

Pada ujung jaringan pipa transmisi SPAM mata air Wae Decer, pada awalnya direncanakan akan dibangun reservoir. Namun, setelah dilakukan simulasi pada Epanet 2.0, ternyata ketika pada ujung pipa transmisi dibangun reservoir, maka jarak tempuh air pada pipa distribusi menjadi berkurang atau dengan kata lain jumlah desa yang dapat dilayani oleh SPAM mata air Wae Decer akan semakin berkurang. Penyebabnya adalah bak reservoir pada jaringan SPAM Wae Decer ini juga memiliki fungsi sebagai bak pelepas tekan. Akibatnya, sisa tekan yang terdapat pada ujung pipa distribusi yang mencapai 67,20 meter hilang pada bangunan reservoir. Berdasarkan hasil simulasi ini, maka pada ujung pipa transmisi tidak akan dibangun reservoir, melainkan pipa transmisi nantinya akan langsung disambung dengan pipa distribusi.

V.5 Analisis Pipa Distribusi

Pipa distribusi pada SPAM sumber mata air Wae Decer direncanakan melewati beberapa desa. Beberapa desa tersebut telah diidentifikasi sebelumnya pada gambaran umum. Pipa distribusi akan melewati jalan nasional Ruteng sejauh 25 km menuju Desa Ranggi dan 25 km lainnya menuju Desa Poco. Beberapa desa-desa lainnya tidak dapat dilayani oleh SPAM sumber mata air Wae Decer karena jarak pelayanan yang terlalu jauh dan juga tekanan negatif sebagai akibat elavasi yang lebih tinggi dari mata air Wae Decer. Berikut ini adalah beberapa Desa yang akan dilayani oleh SPAM sumber mata air Wae Decer, dapat dilihat pada tabel 5.11 desa-desa yang dilayani pada zona 1, sedangkan pada tabel 5.11 merupakan desa-desa terlayani pada zona 2:

Tabel 5.11 Desa-desa yang dilewati oleh SPAM sumber mata air Wae Decer Kabupaten Manggarai pada Zona 1

No.	Nama Desa	Kecamatan	Elevasi (meter)	Koordinat	Jalan
Zona 1					
1	Desa Karot	Langke Rembong	993,400	8°34'53.5"LS 120°28'18.1"BT	Jalan Lintas Ruteng Desa Karot
2	Desa Lalong	Wae Ri'i	1.023,000	8°34'42.2"LS 120°26'26.6"BT	Jalan Lintas Ruteng Desa Lalong
3	Desa Bangka Kenda	Wae Ri'i	925,000	8°34'25.2"LS 120°27'14.0"BT	Jalan Lintas Ruteng Desa Bangka Kenda
4	Desa Golo Wua	Wae Ri'i	930,000	8°33'46.3"LS 120°26'24.9"BT	Jalan Lintas Ruteng Desa Golo Wua
5	Desa Golo Watu	Wae Ri'i	910,000	8°33'37.6"LS 120°26'45.4"BT	Jalan Lintas Ruteng Desa Golo Watu
6	Desa Ranggi	Wae Ri'i	780,000	8°33'06.2"LS 120°26'42.6"BT	Jalan Lintas Ruteng Desa Ranggi

Sumber: Analisa dan Perhitungan, 2019

Tabel 5.13 *Base Demand* Desa-Desa Terlayani SPAM mata air Wae Decer Kabupaten Manggarai

NO	NAMA DESA	TAHUN										
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
1	BANGKA KENDA	1.79	5.25	5.39	5.53	5.67	5.82	5.97	6.13	6.29	6.45	6.62
2	LALONG	1.19	3.47	3.56	3.65	3.74	3.84	3.94	4.04	4.15	4.25	4.36
3	GOLO WUA	0.69	2.05	2.11	2.16	2.22	2.27	2.33	2.39	2.46	2.52	2.59
4	GOLO WATU	1.57	4.50	4.62	4.74	4.86	4.99	5.12	5.25	5.39	5.52	5.67
5	RANGGI	1.13	3.27	3.35	3.44	3.53	3.62	3.71	3.81	3.91	4.01	4.11
6	KAROT	2.49	7.24	7.43	7.62	7.82	8.02	8.23	8.45	8.66	8.89	9.12
7	POCO	0.80	2.29	2.35	2.41	2.47	2.54	2.60	2.67	2.74	2.81	2.88

NO	NAMA DESA	TAHUN									
		2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
1	BANGKA KENDA	6.79	6.96	7.14	7.33	7.52	7.71	7.91	8.12	8.33	8.55
2	LALONG	4.48	4.59	4.71	4.83	4.96	5.09	5.22	5.36	5.50	5.64
3	GOLO WUA	2.65	2.72	2.79	2.86	2.94	3.02	3.09	3.17	3.26	3.34
4	GOLO WATU	5.82	5.96	6.12	6.28	6.44	6.61	6.78	6.96	7.14	7.32
5	RANGGI	4.22	4.33	4.44	4.56	4.67	4.80	4.92	5.05	5.18	5.31
8	KAROT	9.36	9.60	9.85	10.10	10.36	10.63	10.91	11.19	11.48	11.79
10	POCO	2.96	3.03	3.11	3.19	3.27	3.36	3.45	3.54	3.63	3.72

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

V.5.1 Analisis Sisa Tekan Sistem Distribusi Air Minum

Analisis sisa tekan air minum tidak hanya berlaku pada sistem transmisi air baku tetapi juga berlaku pada sistem distribusi. Medan pipa distribusi berada di pinggir jalan, mengikuti jalan lintas Ruteng. Pipa distribusi nantinya akan ditanam sedalam 1 meter di bawah permukaan tanah untuk menjaga dari adanya gangguan mekanis. Sistem distribusi akan menggunakan pipa jenis HDPE dan disambungkan menuju desa-desa yang sudah direncanakan untuk dilayani. Dalam sistem distribusi dipilih jenis pipa HDPE, karena pipa ini memiliki daya tahan lama, tahan terhadap korosi, serta lentur sehingga tidak mudah pecah (Mawakimbang, 2017). Berikut ini adalah analisis sambungan pipa pada setiap desa.

A. Zona Pelayanan 1 SPAM sumber mata air Wae Decer

Zona pelayanan 1 akan melewati beberapa desa antara lain:

1. Desa Lalong dengan *Base demand* 4,83 Lps, Desa Lalong merupakan desa di dalam zona pelayanan 1. *Base demand* dari perhitungan adalah sebesar

- Pembahasan analisis tekanan SPAM sumber mata air Wae Decer akan dilakukan per desa untuk memudahkan dalam pembagian perhitungan volume pekerjaan pipa nantinya.

Pipa distribusi zona 1 direncanakan melewati Jalan Lintas Ruteng Desa Karot. Panjang pipa direncanakan sepanjang 3,203 km. Pipa ditanam di bawah jalan dengan kedalaman 100 cm dari permukaan badan jalan. Pipa dipilih menggunakan pipa jenis HDPE (*High Density Polethylene*). *Base demand* pipa yang melewati Desa Karot pada zona 1 ini diatur diatur 0 Liter per detik.



Gambar 5.5 Percabangan Pipa Jalan Lintas Ruteng Desa Karot

Sumber: Hasil Survei Lapangan, 2017

Debit pengaliran	: 26 liter/detik = 0,026 m ³ /detik
Elevasi Pipa pembagi J190	: 1051,16 m
Elevasi Noda berikut J1447	: 1047,82 m
Panjang pipa	: 17,21 m
Asumsi laju alir	: 0,9 m/detik (standar 0,6 – 1,2 m/detik)

a. Estimasi dimensi pipa transmisi

$$D = \sqrt{\frac{Q \times 4}{\pi \times V}} \quad (2.22)$$

$$D = \sqrt{\frac{0,026 \text{ m}^3/\text{s} \times 4}{3,14 \times 0,9 \text{ m/s}}}$$

$$D = 0,192 \text{ m}$$

$D = 192 \text{ mm}$, dipilih pipa 200 mm

Berdasarkan hasil perhitungan diatas diperoleh diameter pipa distribusi yang melewati Desa Karot pada zona 1 adalah sebesar 200 mm. Jika dibandingkan dengan diameter pipa transmisi, maka terjadi pengecilan diameter pipa sebesar 100 mm. Penyebabnya adalah adanya pembagian debit air pada pipa distribusi menjadi 2 zona. Pada jalur pipa zona 1 sendiri, debit awalnya adalah sebesar 26 liter/ detik. Sedangkan, pada jalur pipa distribusi zona 2 debit totalnya adalah 14 liter/ detik. Sesuai dengan rumus $Q = V \times A$, bahwa jumlah debit air adalah berbanding lurus dengan luas penampang pipa. Maka, semakin kecil debit air, semakin kecil pula luas penampang pipa yang dibutuhkan.

b. Perhitungan manual diameter dan sisa tekan dari node J190 menuju node J1319

No Titik : dari titik J190 ke titik J1319

Elevasi tanah : awal = 1051,16 m; akhir = 1050,92 m

Elevasi dasar pipa : awal = 1050,16 m; akhir = 1049,92 m

Beda elevasi : $1050,16 \text{ m} - 1049,92 \text{ m} = 0,240 \text{ m}$

Panjang pipa : 17,2 m

C : 150 (GIP: *Galvanized Iron Pipe*)

Diameter pipa di pasaran : 219,1 mm; dengan ketebalan pipa 8,18 mm

Diameter Pipa Indim : outdime – (2 x ketebalan pipa)
= 219,1 mm – 16.36 mm = 202.74 mm

Debit air : 26 liter/detik = 0.026 m³/detik

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$
$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times 0.203^2$$
$$A = 0.032 \text{ m}^2$$
$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$
$$V = \frac{Q}{A} \quad (2.21)$$

$$V = \frac{0,026 \text{ m}^3/\text{s}}{0.032 \text{ m}^2}$$

$$V = 0,812 \text{ m/s}$$

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times S^{0,54} \quad (2.25)$$

$$\Delta H = \left(\frac{Q}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,851}$$

$$\Delta H = \left(\frac{0,035 \text{ m}^3/\text{s}}{0,2785 \times 150 \times 0,213^{2,63}} \right)^{1,851}$$

$$\Delta H = 0.0027 \text{ m}$$

Headloss Minor :

$$= K x \frac{v^2}{2 \times g} \quad (2.27)$$

$$= 0,41 \frac{0,812^2 \text{ m/s}}{2 \times 9,81}$$

Pada perhitungan *headloss* Minor pipa distribusi ini, nilai k adalah sebesar 0,41. Penyebabnya adalah adanya *bend* dengan sudut 130° , sehingga sesuai dengan Ways (2004), konstanta k akibat belokan dengan sudut 130° sebesar 0,41.

$$\begin{aligned} &= \text{mayor headloss} + \text{minor headloss} + \text{headloss aksesoris} \\ &= 0.0027 \text{ m} + 0.033 \text{ m} + 0 \text{ m} \\ &= 0.0357 \text{ m} \end{aligned}$$

Sisa Tekan Akhir : $(1051,16+67,20) \text{ m} - (1050,92+0,0357) \text{ m}$
 $= 67,4 \text{ m}$

Dari hasil perhitungan di atas, didapatkan hasil sisa tekan yang sama antara perhitungan manual dan dengan menggunakan *Epanet 2.0*. Ini menunjukkan bahwa input data pada *Epanet 2.0* telah sesuai dan bisa dilakukan *running* atau simulasi. Berikut ini adalah hasil analisis hidrolika sistem transmisi SPAM Wae Decer, dapat dilihat pada Tabel 5.14.

man pipa. Tujuan penanaman pipa adalah untuk melindungi an mekanis, ataupun dari gangguan lainnya seperti perusakan ad bertanggung jawab. Selain itu, dengan adanya penanaman erlu lagi menggunakan pipa GIP pada jaringan pipa distribusi ae decer, sehingga dapat menghemat biaya pembangunan kan pada jaringan pipa distribusi adalah jenis pipa HDPE yang m digunakan pada jaringan distribusi air. Pipa HDPE send an dapat bertahan dari korosi, serta memiliki waktu pakai hin (Mawakimbang, 2017).

Selain pipa transmisi, pada pipa distribusi juga terdapat perbe gnifikan. Perbedaan elevasi yang besar ini menyebabkan teka menjadi tidak beraturan (Lamba, 2015). Untuk menghinda kan pipa yang diakibatkan oleh tekanan yang berlebih, maka ipakai adalah dengan kualitas tinggi yang memiliki ketahanan u setara dengan *head* 125 meter. Hal ini dilakukan karena pada l

Berdasarkan hasil simulasi Epanet 2.0, SPAM mata air Wae air hingga ujung-ujung daerah pelayanan baik pada zona 1 mata air tekanan sisa diatas 10 meter (BPPSPAM, 2016). Tekanan di zona 1 adalah sebesar 14,77 meter yang berada di Desa Poco.

y.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dari tabel tersebut dapat diketahui panjang kumulatif pipa transmisi yang digunakan yaitu berdimensi 4640,9 m dengan *inside* diameter dan *outside* diameternya yaitu 303,18 mm dan 323,8 mm. Ketebalan dinding pipa GIP 12” yang digunakan yaitu 10,31 mm dengan ketahanan pipa 12,5 bar.

Pada perencanaan ini, dipilih pipa transmisi dengan diameter 12 inch atau 300 mm. Sedangkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kementerian PUPR bidang Cipta Karya Kabupaten Manggarai bekerja sama dengan dengan Konindo dipilih pipa transmisi dengan diameter 14 inch atau 350 mm. Perbedaan ini disebabkan karena pada penelitian sebelumnya, asumsi laju air yang digunakan adalah 0,6 meter per detik (Tim Konindo, 2017). Sedangkan pada perencanaan ini, dipilih asumsi laju air sebesar 0,7 meter per detik sehingga diameter pipa yang dibutuhkan menjadi lebih kecil. Tujuannya adalah untuk memperkecil biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan ini. Karena sebagian besar dana yang diperlukan adalah digunakan untuk pembelian pipa.

V.6.2 Spesifikasi Teknis Pipa Distribusi SPAM Wae Decer

ketika kecepatan aliran ditambah menjadi 0,5 meter per detik. Maka tidak terjadi pengendapan. Secara umum, pipa distribusi dengan diameter 100 mm sering digunakan pada pipa distribusi tersier yang menghubungkan antara pipa distribusi sekunder ke pipa penghubung (Lamba, 2015).

Sumber: Analisa dan Perhitungan, 2019

pengendapan sebesar 5 %, dan pengendapan tidak terjadi ketika kecepatan aliran mencapai 0,5 liter per detik.

Tabel 5.18 Spesifikasi Teknis Pipa Transmisi HDPE 8"

PIPA HDPE 8"		
No.	Detail Spesifikasi	Dimensi
1	Diameter Pipa	
	a. Ukuran pipa di pasaran	200 mm
	b. <i>Inside</i> Diameter	202,74 mm
	c. <i>Outside</i> Diameter	219,1 mm
	d. Ketebalan dinding	8,18 mm
	e. Ketahanan	12,5 bar
2	Panjang Kumulatif	
	a. Pipa Distribusi Desa Karot (Zona 1)	3203,7 m
	b. Pipa Distribusi Desa Lalong	2157,2 m
3	Penanaman Pipa	
	a. Kedalaman galian	1 m
	b. Jarak aman bahu jalan	1 m
	c. Urugan pasir dasar pipa	10 cm
	d. Aspal pelindung	10 cm

Sumber: Analisa dan Perhitungan, 2019

Dari tabel tersebut dapat diketahui ukuran *inside* diameter dan *outside* diameternya yaitu 202,74 mm dan 219,1 mm. Ketebalan dinding pipa HDPE 8” yang digunakan yaitu 8,18 mm dengan ketahanan pipa 12,5 bar. Panjang pipa HDPE 8” yang digunakan memiliki panjang yang berbeda-beda pada setiap desa. Pipa HDPE 8” ditanam dengan kedalaman galian yaitu 1 m dengan jarak dari bahu jalan yaitu 1 m. Kemudian dilakukan pengurugan dengan pasir setebal 10 cm dan aspal setebal 10 cm.

Pipa distribusi dengan diameter 8 inch atau 200 mm juga digunakan pada pengembangan sistem penyediaan air di IPA Pilolodaa Kota Gorontalo (Yassin, 2013). Pipa tersebut dipilih karena debit yang dialirkan pada penelitian tersebut cukup besar yaitu 40,164 liter per detik. Jumlah debit air yang hampir sama dengan perencanaan ini sebesar 40 liter per detik, menyebabkan perhitungan hidrolis pipa menghasilkan diameter pipa yang sama yaitu 200 mm.

Pipa HDPE 8 inch pada perencanaan ini memiliki ketahanan akan tekanan mencapai 12,5 bar atau setara *head* pipa sebesar 125 meter. Hal ini dikarenakan pada

Pada perhitungan rencana, akan dibagi kedalam 2 (dua) bagian utama, yaitu perhitungan rencana anggaran biaya untuk pipa transmisi, dan perhitungan rencana anggaran biaya untuk pipa distribusi.

1. Rencana Anggaran Biaya Pipa Transmisi

Berikut ini adalah hasil perhitungan rekapitulasi anggaran biaya untuk pekerjaan pekerjaan pipa transmisi jaringan air minum mata air Wae Decer, dapat dilihat pada tabel 5.19:

Tabel 5.19 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (Pekerjaan Pipa Transmisi)

Pada perhitungan rencana, akan dibagi kedalam 2 (dua) bagian utama yaitu perhitungan rencana anggaran biaya untuk pipa transmisi, dan perhitungan rencana anggaran biaya untuk pipa distribusi.

Berikut ini adalah hasil perhitungan rekapitulasi anggaran biaya pada pekerjaan pipa transmisi jaringan air minum mata air Wae Decer, dapat dilihat pada Tabel 5.19:

Tabel 5.19 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (Pekerjaan Pipa Transmisi)

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
1	2	3
A	Pekerjaan Persiapan	Rp 1,212,234,244.06
B	Pekerjaan Thrust Block	Rp 360,262,411.17
C	Pekerjaan Perpipaan	Rp 4,197,745,816.84
D	Pekerjaan Jembatan Pipa	Rp 10,056,032.51
E	K3	Rp 120,000,000.00
JUMLAH		Rp 5,900,298,504.58
TOTAL		Rp 5,900,298,504.58
DIBULATKAN		Rp 5,900,299,000.00
Terbilang	LIMA MILYAR SEMBILAN RATUS RIBU JUTA DUA RATUS SEMBILAN PULUH SEMBILAN RIBU RUBIAH	

Sumber: Analisa dan Perhitungan, 2019

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui rekapitulasi rencana anggaran biaya untuk pekerjaan pipa transmisi yang terdiri dari pekerjaan persiapan dengan total biaya yaitu sebesar Rp. 1.212.234.244,06 pekerjaan thrust block dengan total biaya sebesar Rp. 360.262.411,17 pekerjaan perpipaan dengan total biaya sebesar Rp. 4.197.745.816,84 pekerjaan jembatan pipa dengan total biaya sebesar Rp. 10.056.032,51 dan K3 dengan total biaya sebesar Rp. 120.000.000,00 Jika

Pada perhitungan rencana anggaran biaya pipa transmisi terdapat perhitungan pekerjaan jembatan pipa, hal ini dikarenakan pipa transmisi nantinya akan melewati sebuah sungai kecil sehingga diperlukan jembatan untuk melewati sungai tersebut. Hal ini tentunya menambah biaya pemasangan pipa transmisi. Namun jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Tim Konindo pada tahun 2017. Pada penelitian tersebut, pemasangan pipa transmisi SPAM mata air Wae Decer menghabiskan dana sebesar 7,5 milyar.

Berikut ini adalah hasil perhitungan rekapitulasi anggaran biaya pada pekerjaan pipa distribusi jaringan air minum mata air Wae Decer, dapat dilihat pada Tabel 5.20:

Tabel 5.20 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (Pekerjaan Pipa Distribusi)

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
1	2	3
A	Pekerjaan Persiapan	Rp 2,466,607,636.13
B	Pekerjaan Galian	Rp 653,109,050.00
C	Pekerjaan Perpipaan	Rp 22,155,085,649.20
D	K3	Rp 120,000,000.00
JUMLAH		Rp 25,394,802,335.33
TOTAL		Rp 25,394,802,335.33
DIBULATKAN		Rp 25,394,802,000.00
Terbilang	DUA PULUH LIMA MILYAR TIGA RATUS SEMBILAN PULUH EMPAT JUTA DELAPAN RATUS DUA RIBU RUPIAH	

Sumber: Analisa dan Perhitungan, 2019

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui rekapitulasi rencana anggaran biaya untuk pekerjaan pipa distribusi yang terdiri dari pekerjaan persiapan dengan total biaya yaitu sebesar Rp. 2.466.607.636, pekerjaan galian dengan total biaya sebesar Rp. 653.109.050, pekerjaan perpipaan dengan total biaya sebesar Rp.

PENUTUP

VI.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab sebelumnya, dapat di ambil kesimpulan bahwa:

1. Sistem transmisi dan distribusi air minum sumber mata air Wae Decer dapat disimulasikan, dan dengan tekanan di ujung antara lain:
 - a. Tekanan di ujung jalur distribusi zona 1 adalah sebesar 14,77 meter yang berada di Desa Ranggi
 - b. Tekanan di ujung jalur distribusi zona 2 adalah sebesar 23,47 meter yang berada di Desa Poco
2. Hasil perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk perencanaan sistem transmisi dan distribusi air minum sumber mata air Wae Decer adalah sebagai berikut:
 - a. Untuk perencanaan pipa transmisi, membutuhkan biaya sebesar Rp 5.900.299.000,00 (Lima Milyar Sembilan Ratus Ribu Juta Dua Ratus Sembilan Puluh Sembilan Ribu Rubiah)
 - b. Untuk perencanaan pipa distribusi, membutuhkan biaya sebesar Rp 25.394.802.000,00 (Dua Puluh Lima Milyar Tiga Ratus Sembilan Puluh Empat Juta Delapan Ratus Dua Ribu Rupiah).

VI.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis perencanaan sistem transmisi dan distribusi SPAM Wae Decer Kabupaten Manggarai, berikut ini adalah beberapa saran, antara lain:

1. Sistem penyediaan air minum yang telah dibangun memerlukan Sistem Operasi Pemeliharaan (SOP) yang baik. SOP diperlukan agar dapat meminimalisir terjadinya kerusakan, memperpanjang masa pakai perpipaan,

tion System. *Procedia Engineering*. 186: 28-35.

Fititojo Tri Juwono., M Janu Iswoyo. 2012. *Analisis Kualitas Air Bersih pada PDAM di Kota Ternate*. *Jurnal Teknik Sipil*. 1(1): 215-220.

Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Manggarai tahun 2018.

Harry. 2017. *Perancangan Sistem Distribusi Air Bersih dan Laboratorium Jurusan Teknik Mesin*. 1(1): 1-5.

Rayyan. 2014. *Alternatif Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih untuk Zona Pelayanan IPA Sea Kota Manado*. *Jurnal Teknik Sipil*. 1(1): 1-5.

Alfieri, A. Panico., M. Trifuoggi. 2005. *Cooper Releasable Corrosion Inhibitor for Internal Corrosion of Distribution Pipes*. Global Science Books.

Alhmad Aziz, 2012. *Mempelajari Kehilangan Energi pada Jaringan Suplai Air Bersih PDAM Tirta Pajene*. *Jurnal Teknik Sipil*. 1(1): 1-5.

Fitri Bandung

- xvii

- Mustikowati, Widayanti. 2014. *Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Air Bersih Golongan Pelanggan Rumah Tangga III Wilayah Pelayanan Cabang Timur PDAM Kota Semarang*. Skripsi. Universitas Diponegoro.
- Nelwan F, Wuisan EM, Tanudjaja L. 2013. *Perencanaan jaringan air bersih Desa Kima Bajo Kecamatan Wori*. Jurnal Sipil Statik. 1(10): 678-684.
- Palangda, Diaz. 2015. *Evaluasi Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Berbasis Masyarakat di Kecamatan Tallo Kotamadya Makassar*. Tugas Akhir. Universitas Hasanuddin.
- Pebakirang, Andronikus. 2015. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Munte Kecamatan Likupang Barat Kabupaten Minahasa Utara*. Jurnal Sipil Statik. 8(3):531-542.
- Pedoman Pengenalan SPAM. BPPSPAM Departemen Pekerjaan Umum Tahun 2014.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/ Per/IV/2010 Persyaratan Kualitas Air Minum.
- Peraturan Pemerintah Nomor 16 tahun 2005 tentang Penyediaan Air Minum.
- Peraturan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI No 17 Tahun 2017 tentang Penerimaan Peserta Didik Baru pada Taman Kanak-Kanak, Sekolah Dasar, Sekolah Menengah Pertama, Sekolah Menengah Atas, Sekolah Menengah Kejuruan, atau Bentuk Lain yang Sederajat.
- Perlindungan Mata Air. Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman Kementerian Pekerjaan Umum Tahun 2014.
- Pittock, J., B. A. Lankford. 2014. *Environmental Water Requirements: Demand Management in an Era of Water Scarcity*. Journal of Integrative Environmental Sciences. 1(7): 75-93.
- Purnomo, Alfian., R cipta Anugerah Persada. 2018. *Analisis Air Baku Prioritas Skala Kota (Studi Kasus: PDAM Surya Sembada Surabaya)*. Jurnal Teknik ITS. 1(7): 224-227.
- Putra, Ismet Eka., Sulaiman., Ari Galsha. 2017. *Analisa Rugi Aliran (Head Losses) pada Belokan Pipa PVC* Prosiding Seminar Nasional PIMIMD-4, ITP. Padang.

Itni., Andi Rusdin. 2017. *Sistem Penyediaan Air Minum Berbasis Masyarakat Regional Pasigala Sebagai Antisipasi Degradasi Ketersediaan Air Permukaan Di Kota Palu*. Jurnal Geografi. 1(15): 59-64.