

Contents list available at journal.uib.ac.id**Journal of Civil Engineering and Planning**Journal homepage: <https://journal.uib.ac.id/index.php/jce>

STUDI PERENCANAAN PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM DI DUSUN TUTI, KABUPATEN LOMBOK UTARA, INDONESIA

STUDY OF DRINKING WATER SUPPLY SYSTEM DEVELOPMENT PLANNING IN DUSUN TUTI, NORTH LOMBOK REGENCY, INDONESIA

Ari Ramadhan Hidayat¹, Muhammad Khalis Ilmi²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram

Email korespondensi: ari.utara82@gmail.com

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Kata kunci :</p> <p>Jaringan Perpipaan SPAM Air Baku Dusun Tuti</p>	<p>Dusun Tuti merupakan salah satu bagian dari wilayah administratif Desa Sokong, Kecamatan Tanjung, Kabupaten Lombok Utara. Dusun Tuti memiliki jumlah penduduk sebesar 596 jiwa yang tersebar di 5 (lima) RT. Saat ini pemenuhan kebutuhan air bersih di Dusun Tuti memanfaatkan beberapa titik sumur bor yang masih berfungsi. Total terdapat 5 titik lokasi sumur bor. Namun yang dapat beroperasi saat ini hanya 2 titik sumur bor saja dan tidak mampu melayani jumlah kebutuhan air bersih di Dusun Tuti. Hal ini akibat tidak adanya jaringan Sistem penyediaan air minum yang memadai untuk mendistribusikan air yang berasal dari beberapa sumur bor yang masih beroperasi. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan pengembangan sistem penyediaan air minum (SPAM) di Dusun Tuti untuk mengatasi masalah tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung proyeksi kebutuhan air bersih di Dusun tuti untuk 15 tahun ke depan dan merencanakan jaringan perpipaan air bersih sehingga nantinya kebutuhan air bersih masyarakat Dusun Tuti dapat terpenuhi. Proyeksi jumlah penduduk untuk mengetahui proyeksi kebutuhan air bersih menggunakan metode aritmatika. Hasil proyeksi jumlah penduduk menunjukkan bahwa jumlah penduduk pada tahun 2038 sebesar 920 jiwa dengan rata-rata kebutuhan air bersih sebesar 0,11 liter/detik. Rencana pengembangan sistem jaringan distribusi utama pada tahun 2022-2038 menggunakan pipa PVC berdiameter 2 inci sepanjang 450 m, pipa PVC berdiameter 1,5 inci sepanjang 3000 m dan pipa PVC berdiameter 0,5 inci sepanjang 3600 m.</p>
ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Keywords:</p> <p>Pipeline Network SPAM Raw Water Dusun Tuti</p>	<p><i>Dusun Tuti is part of the administrative area of Sokong Village, Tanjung District, North Lombok Regency. Tuti Hamlet has a population of 596 people spread across 5 (five) RT. Currently, meeting the need for clean water in Tuti Hamlet uses several drilled wells that are still functioning. In total there are 5 locations for drilled wells. However, currently only 2 drilled wells can operate and are unable to serve the amount of clean water needed in Tuti Hamlet. This is due to the absence of an adequate drinking water supply system network to distribute water originating from several drilled wells that are still operating. Therefore, it is necessary to plan the development of a drinking water supply system (SPAM) in Tuti Hamlet to overcome this problem. The aim of this research is to calculate the projected clean water needs in Tuti Hamlet for the next 15 years and plan the clean water piping network so that the clean water needs of the Tuti Hamlet community can be met. Population projections to determine the projected need for clean water using arithmetic methods. The population projection results show that the population in 2038 will be 920 people with an average need for clean water of 0.11 liters/second. The main distribution network system development plan in 2022-2038 uses 2 inch diameter PVC pipes for 450 m, 1.5 inch diameter PVC pipes for 3000 m and 0.5 inch diameter PVC pipes for 3600 m.</i></p>

1. Pendahuluan

Keberadaan air di bumi sangat berpengaruh terhadap keberlangsungan hidup manusia. Hampir 70% permukaan bumi tertutupi oleh air[1]. Air dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan diberbagai sektor. Salah satu bentuk pemanfaatannya adalah untuk memenuhi kebutuhan air bersih dan air minum bagi manusia. Jenis kebutuhan air bersih dapat berupa kebutuhan air domestik atau kebutuhan untuk rumah tangga, kebutuhan nondomestik, pelayanan umum, dan industri[2].

Kebutuhan air bersih untuk masing-masing daerah tentunya berbeda- beda, terutama kebutuhan air domestik. Kebutuhan air non-domestik adalah kebutuhan air bersih untuk sarana dan prasarana daerah yang teridentifikasi ada atau bakal ada berdasarkan rencana tata ruang[3]. Kebutuhan air domestik ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu, usia pengguna (anak, pertumbuhan produktif, lanjut usia), agama, budaya, adat istiadat/kebiasaan, ketersediaan air, iklim dan cuaca, harga layanan air, tingkat pendapatan (individual dan/atau keluarga,), tingkat kesadaran masyarakat pada air bersih yang sehat, dan usah atau industri rumah tangga [4]. Penyediaan kebutuhan air bersih harus memenuhi unsur kualitas, kuantitas dan kontinuitas[5]

Dusun Tuti merupakan salah satu bagian dari wilayah administratif Desa Sokong, Kecamatan Tanjung, Kabupaten Lombok Utara. Dusun Tuti memiliki jumlah penduduk sebesar 596 jiwa yang tersebar di 5 (lima) RT. Saat ini pemenuhan kebutuhan air bersih di Dusun Tuti memanfaatkan beberapa titik sumur bor yang masih berfungsi. Total terdapat 5 titik lokasi sumur bor. Namun yang dapat beroperasi saat ini hanya 2 titik sumur bor saja.

Sumur Bor yang beroperasi saat ini tidak mampu melayani jumlah kebutuhan air bersih di Dusun Tuti. Hanya mampu memenuhi kebutuhan air bersih bagi masyarakat yang lokasinya dekat dengan titik sumur bor. Hal ini akibat tidak adanya jaringan Sistem penyediaan air minum yang memadai untuk mendistribusikan air yang berasal dari beberapa sumur bor yang masih beroperasi. Sementara itu, masyarakat yang jauh dari titik sumur bor harus menempuh jarak kurang lebih sejauh 1 km menuju mata air yang berada disekitar aliran sungai.

Oleh karena itu, perlu dilakukan perencanaan pengembangan jaringan sistem penyediaan air minum berupa jaringan perpipaan yang memadai dengan harapan sebagai solusi untuk mengatasi masalah tersebut diatas

2. Tinjauan Pustaka.

2.1 Sistem Penyediaan Air Bersih

Sistem air bersih adalah sistem penyediaan air bersih yang meliputi sistem pengambilan air baku, proses pengolahan air baku, proses pengolahan air baku, sistem transmisi dan reservoir air bersih serta sistem distribusi dan perpipaan yang dioperasikan sedemikian rupa sehingga air yang dihasilkan secara kuantitas dapat memenuhi kebutuhan yang tersedia setiap saat, serta secara kualitas dapat memenuhi syarat sebagai air bersih sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990/ tanggal 3 September 1990 [6].

2.2 Sistem Jaringan Perpipaan

Sistem jaringan perpipaan tidak hanya berupa pipa-pipa yang saling sambung dari mata air atau reservoir hingga kerumah penduduk atau lokasi yang membutuhkan. Jalannya air perlu direncanakan dengan baik.

Pipa merupakan komponen utama dalam jaringan perpipaan yang menghubungkan sumber air dengan pelanggan. Penggunaan pipa dalam mengalirkan air baku ke konsumen memberikan banyak keuntungan diantaranya meminimalisir pencurian air, mencegah dari polusi, dan sebagainya.

Beberapa jenis serta keuntungan dan kekurangan jenis-jenis pipa yang umumnya sering digunakan di pasaran disajikan pada tabel dibawah ini [1].

Tabel 1 Jenis-Jenis Pipa, Keuntungan, dan Kekurangannya

No.	Jenis Pipa	Keuntungan	Kerugian
1	Bambu	Murah, mudah didapatkan, banyak terdapat di daerah pelosok	Cepat rusak, banyak kebocoran
2	PVC	Ringan, mudah diangkut dan dipasang, serta tidak bereaksi dengan air.	Tekanan rendah, tidak tahan terhadap sinar matahari langsung
3	HDPE	Ringan, mudah diangkut dan dipasang, tidak bereaksi dengan air, panjang pipa bisa mencapai 100 me tanpa sambungan untuk diameter kecil.	Tekanan rendah
4	Baja, <i>galvanized iron</i>	Tekanan tinggi, tahan terhadap cuaca dan tekanan langsung, lebih baik untuk pipa di luar tanah dibandingkan dengan pipa lain, lebih tahan terhadap benturan/gesekan atau terhadap pengeboran untuk pengambilan air ilegal.	Lebih berat, investasi, transportasi, dan instalasi lebih mahal.

2.3 Aliran dalam Pipa

Aliran air dalam pipa berbeda dengan muka air bebas, tekanan air atau tekanan dalam air sepanjang aliran tidak sama dengan tekanan atmosfer. Air mengalir dari tekanan tinggi ke tekanan lebih rendah. Pada aliran dalam pipa dikenal persamaan Bernoulli (persamaan energi) dan persamaan kontinuitas. Persamaan Bernoulli menyatakan bahwa jumlah energi pada suatu titik di dalam suatu aliran tertutup sama besarnya dengan jumlah energi di titik lain pada jalur aliran yang sama. Persamaan Bernoulli untuk aliran sepanjang garis arus diturunkan berdasarkan hukum Newton II tentang gerak ($F=Ma$). Persamaan ini diturunkan berdasarkan anggapan bahwa:

- Zat cair adalah ideal, jadi tidak mempunyai kekentalan (kehilangan energi akibat gesekan adalah nol).
- Zat cair adalah homogen dan tidak termampatkan ($\rho = \text{konstan}$).
- Aliran adalah kontinyu dan sepanjang garis arus.
- Kecepatan aliran adalah merata dalam suatu penampang
- Gaya yang bekerja hanya gaya berat dan tekanan

Persamaan yang kedua (kontinuitas) menyatakan bahwa pada pipa berlaku sebagai berikut:

$$A_1V_1 = A_2V_2 \quad (1)$$

dengan:

A_1 : area pipa pada potongan 1

A_2 : area pipa pada potongan 2

V_1 : kecepatan rerata aliran dalam pipa (di titik 1)

V_2 : kecepatan rerata aliran dalam pipa (di titik 2)

2.3.1 Kehilangan energi mayor (utama)

Selama perjalanan di dalam pipa, air mengalami kehilangan energi. Kehilangan energi yang diakibatkan oleh adanya gesekan air dengan dinding pipa disebut kehilangan energi utama (mayor).

Persamaan yang sering digunakan untuk menghitung parameter aliran air dalam pipa adalah Persamaan Darcy Weisbach dan Persamaan Hazen Williams. Kedua persamaan tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing.

a. Persamaan Darcy Weisbach

Secara umum persamaan Darcy Weisbach secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$h_f = 8f \frac{L}{D^5} \frac{Q^2}{\pi^2 g} \quad (2)$$

dengan:

- H_f : kehilangan energi atau tekanan (mayor) (m)
- Q : debit (m³/s)
- f : koefisien gesek
- L : panjang pipa (m)
- D : diameter pipa (m)
- g : percepatan gravitasi (m/s²)

Faktor yang berpengaruh terhadap kehilangan energi akibat gesekan adalah usia pipa dalam jaringan. Semakin bertambah usia, pipa menjadi rusak sehingga kekasarannya bertambah. Bertambahnya kekasaran dinding pipa inilah yang menyebabkan berkurangnya energi air atau fluida selama pengaliran. Selain diameter kekasaran, karakter fluida sendiri yaitu kekentalan fluida ikut menentukan koefisien kekasaran. Semakin besar harga kekentalan fluida, koefisien kehilangan energi semakin besar. Faktor lain yang berpengaruh pada kehilangan energi akibat gesekan adalah kecepatan fluida yang mengalir. Secara matematis koefisien kehilangan energi f dapat ditulis sebagai berikut [4], [7]:

$$f = F \left(\frac{\varepsilon}{D} \frac{VD}{\nu} \right) = F \left(\frac{\varepsilon}{D} Re \right) \quad (3)$$

dengan:

- ε : diameter kekasaran pipa (m)
- D : diameter pipa (dalam) (m)
- V : kecepatan aliran (m/s)
- ν : kekentalan kinematik (m²/s)

Barr [7] memberikan persamaan matematis untuk harga f sebagai berikut.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{5.1286}{Re^{0.89}} \right) \quad (4)$$

Sedangkan Swamee dan Jain [7] mengemukakan persamaan berikut.

$$f = \frac{0.25}{\left(\log_{10} \left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{Re^{0.89}} \right) \right)^2} \quad (5)$$

dengan:

- f : koefisien gesekan
- k : koefisien kekasaran
- Re : angka Reynolds
- D : diameter pipa (m)

b. Hazen Williams

Persamaan Hazen Williams secara matematis dapat ditulis sebagai berikut [7]:

$$Q = C_u C_{HW} d^{2,63} i^{0,54} \quad (6)$$

Dengan $C_u=0,2785$, maka persamaan di atas dapat ditulis sebagai berikut:

$$Q = 0,2785 C_{HW} d^{2,63} i^{0,54} \quad (7)$$

dengan:

C_{HW} : koefisien Hazen Williams

i : Kemiringan atau slope garis tenaga ($i = \frac{h_f}{L}$)

D : diameter pipa (m)

Q : debit aliran (m^3/s)

Dalam perhitungan yang dilakukan, baik dengan Persamaan Darcy Weisbach maupun Persamaan Hazen Williams, telah digunakan kekasaran pipa baru. Tentu, dengan bertambahnya usia, pipa menjadi rusak sehingga kekasarannya bertambah. Dalam hal ini perubahan kekasaran pipa perlu diakomodasi. Sehingga dalam perencanaan digunakan angka kekasaran pipa untuk 20 tahun, agar saat usia jaringan mencapai 20 tahun, jaringan perpipaan masih dapat berfungsi seperti baru.

2.3.2 Kehilangan energi minor (sekunder)

Kehilangan energi sekunder disebabkan oleh adanya hambatan atau turbulensi atau lokal selama air mengalir dalam pipa, misalnya perubahan penampang pipa secara tiba-tiba, belokan, katup, atau alat ukur yang dipasang pada pipa. Kehilangan energi sekunder relatif kecil dibandingkan dengan kehilangan energi primer akibat gesekan dengan dinding pipa. Kehilangan energi sekunder secara matematis ditulis dalam persamaan berikut [7]

$$h_f = K \frac{Q^2}{2A^2g} \quad (8)$$

atau

$$h_f = K \frac{v^2}{2g} \quad (9)$$

dengan:

h_f : kehilangan energi atau tekanan

v : kecepatan rata-rata dalam pipa

g : gravitasi bumi (m/s^2)

K : koefisien kehilangan energi atau tekanan

Nilai koefisien K sangat beragam tergantung dari bentuk fisik belokan, penyempitan, pelebaran, katup, dan sambungan, nilai K ini masih berupa nilai pendekatan sangat dipengaruhi oleh bahan, kehalusan membuat sambungan, serta umur sambungan itu sendiri [7]

2.4 Kebutuhan Air

Kebutuhan air memiliki cakupan yang luas, misalnya kebutuhan air untuk irigasi, kebutuhan untuk industri, peternakan atau perikanan, termasuk kebutuhan air untuk rumah tangga. Sementara kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air untuk keperluan sehari-hari dalam ruang lingkup rumah tangga termasuk industri kecil dalam rumah tangga (skala rumah tangga).

Adapun besarnya kebutuhan air untuk keperluan domestik dapat dilihat pada tabel dibawah ini [8].

Tabel 2 Kriteria Perencanaan Air Bersih

No	Kategori	Ukuran Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan air (l/o/h)
1	I	Kota Metropolitan	>1.000.000	190
2	II	Kota Besar	500.000 s/d 1.000.000	170
3	III	Kota Sedang	100.000 s/d 500.000	150
4	IV	Kota Kecil	20.000 s/d 100.000	130
5	V	Pedesaan	<20.000	30

(Sumber: Dirjen Cipta Karya,1998)

2.5 Proyeksi Jumlah Penduduk

Dalam proyeksi jumlah penduduk di masa yang akan datang dapat diprediksi berdasarkan laju pertumbuhan penduduk yang direncanakan relatif naik setiap tahunnya

Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam proyeksi jumlah penduduk yaitu [9]:

a. Metode Geometrik

$$Y_n = P_t(1+r)^n \tag{10}$$

Dengan:

Y_n : Jumlah penduduk pada tahun ke n perencanaan (jiwa)

P_t : jumlah penduduk pada awal tahun perencanaan (jiwa)

I : ratio angka pertumbuhan tiap tahun (%)

r : periode tahun perencanaan

b. Metode Aritmatik

$$P_n = P_t(1 + in) \tag{11}$$

Dengan:

P_n : Jumlah penduduk pada tahun ke n perencanaan (jiwa)

P_o : jumlah penduduk pada awal tahun perencanaan (jiwa)

I : ratio angka pertumbuhan tiap tahun (%)

n : periode tahun perencanaan

c. Metode Eksponensial

Perkembangan penduduk berdasarkan metode eksponensial dapat didekati dengan persamaan sebagai berikut :

$$P_n = P_o.e \tag{12}$$

Dengan:

P_n : Jumlah penduduk pada tahun ke n perencanaan (jiwa)

P_o : jumlah penduduk pada awal tahun perencanaan (jiwa)

i : ratio angka pertumbuhan tiap tahun (%)

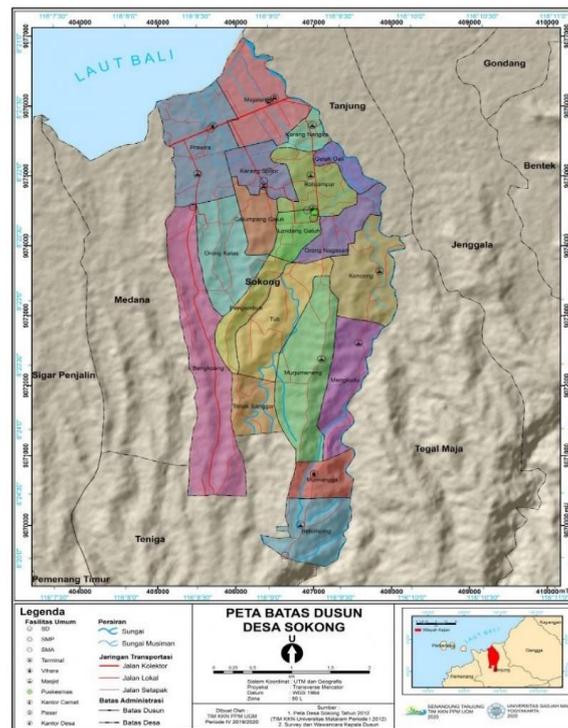
n : periode tahun perencanaan

e : bilangan logaritma natural besarnya sama dengan 2.7182818

3. Metode Penelitian

3.1 Lokasi Penelitian

Desa Sokong merupakan salah satu desa dari 43 desa yang ada di Kabupaten Lombok Utara. Desa Sokong termasuk wilayah administratif dari Kecamatan Tanjung dengan luas wilayah 31,55 Km² atau sebesar 21,99% dari luas total Kecamatan Tanjung. Jarak Desa Sokong ke Ibu Kota Kabupaten yakni berjarak 3 Km. Jumlah penduduk Desa Sokong yakni sebanyak 11.640 jiwa, dengan kepadatan penduduk sebesar 369 jiwa/km² atau sebesar 21,11%. Mayoritas penduduk bekerja sebagai petani dan buruh harian lepas [10]



Gambar 1 Peta Administratif Desa Sokong

Dusun Tuti merupakan salah satu bagian wilayah administrasi Desa Sokong. Dusun Tuti berbatasan dengan Dusun Orong Nagasari pada sebelah utara, sebelah selatan berbatasan dengan Dusun Tanak Sanggar, sebelah timur berbatasan dengan Dusun Murjemeneng, dan Sebelah barat berbatasan dengan Dusun Pengembuk. Dusun Tuti memiliki jumlah penduduk sebesar 594 jiwa yang tersebar di 5 (lima) RT dengan rincian 296 jiwa laki-laki dan 298 jiwa perempuan.

3.2 Pengumpulan Data

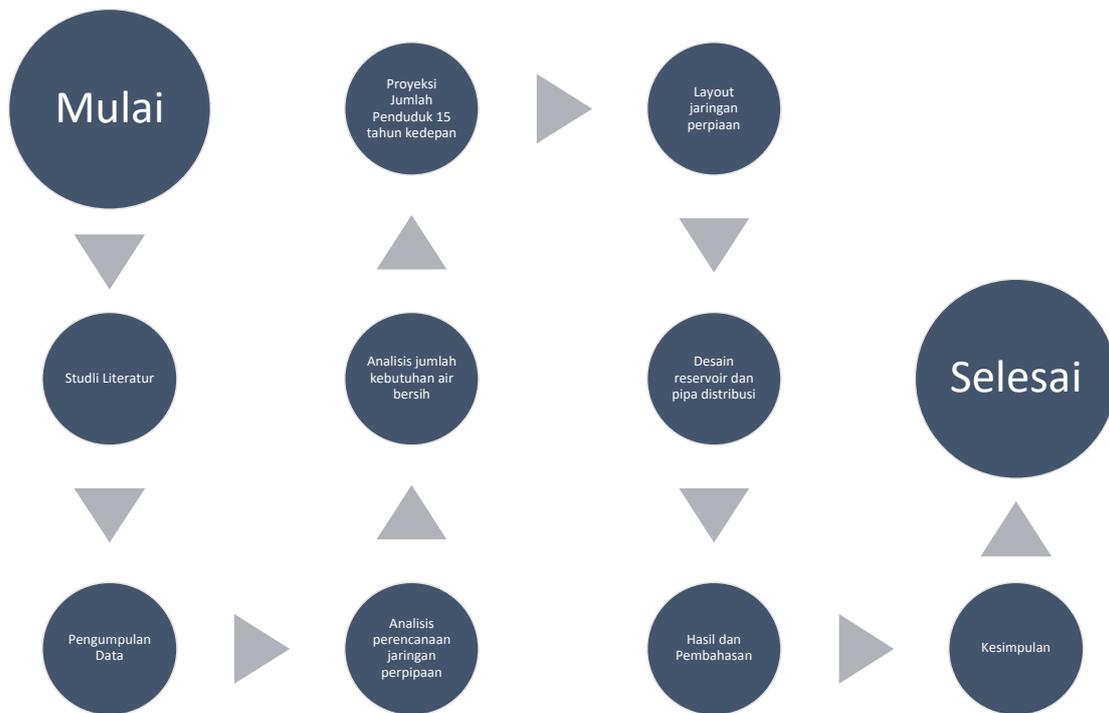
Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah studi literatur yang mana bertujuan untuk mendapatkan landasan teori yang mendukung penelitian ini. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data:

- Data Primer, Pengumpulan data-data primer diperoleh dari survei langsung ke daerah perencanaan, survei ini dilakukan di Dusun Tuti, Desa Sokong, Kecamatan Tanjung, Kabupaten Lombok Utara. Beberapa alat yang dibawa untuk pengumpulan data primer adalah kamera, Global Positioning System (GPS), alat tulis, pillog (cat), dan juga alat ukur (meteran gulung 50 m).
- Data Sekunder, Data sekunder pada penelitian ini diperoleh dari instansi-instansi terkait. Data-data sekunder yang dimaksud adalah jumlah penduduk, peta topografi lahan dan jumlah sumber air bersih yang digunakan warga. Kemudian dilanjutkan Pengolahan data dengan menggunakan

beberapa perangkat lunak; MS Office untuk analisis dan penulisan hasil penelitian, AutoCad dan ArcMap untuk menggambar pipa yang akan diatanam disepanjang jalur perencanaan, serta WATERNET untuk simulasi dan permodelan hidrolis perpipaan jaringan distribusi.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian pada studi ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2 Diagram alir penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Kebutuhan Air

4.1.1 Proyeksi jumlah pertumbuhan penduduk

Salah satu factor dalam merencanakan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) adalah jumlah kebutuhan air yang dapat diperoleh dari jumlah penduduk. Data jumlah penduduk akan diproyeksikan untuk 15 tahun kedepan. Proyeksi jumlah penduduk pada lokasi studi menggunakan persamaan Aritmatik (persamaan yang hasilnya dapat dilihat pada table di bawah ini.

Tabel 3 Proyeksi Jumlah penduduk Dusun Tuti sampai dengan tahun 2038

	RT	1	2	3	4	5
	Jml. Penduduk 2022 (Jiwa)	180	180	168	132	140
No	Rasio/Tahun	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1	2024	182	182	170	133	141
2	2025	184	184	171	135	143
3	2026	185	185	173	136	144

RT		1	2	3	4	5
Jml. Penduduk 2022 (Jiwa)		180	180	168	132	140
No	Rasio/Tahun	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
4	2027	187	187	175	137	146
5	2028	189	189	176	139	147
6	2029	191	191	178	140	148
7	2030	193	193	180	141	150
8	2031	194	194	181	143	151
9	2032	196	196	183	144	153
10	2033	198	198	185	145	154
11	2034	200	200	186	147	155
12	2035	202	202	188	148	157
13	2036	203	203	190	149	158
14	2037	205	205	192	150	160
15	2038	207	207	193	152	161

4.1.2 Jumlah kebutuhan air bersih (domestik)

Jumlah kebutuhan air bersih untuk keperluan domestik tergantung dari jumlah penduduk di daerah perencanaan. Kebutuhan air untuk masing-masing orang perhari disesuaikan dengan standar yang telah ditentukan yakni pada Tabel 2. Dalam analisis ini digunakan standar kebutuhan air bersih untuk penduduk di Dusun Tuti adalah sebesar 50 l/o/h. Adapun jumlah kebutuhan air bersih di Dusun Tuti untuk 15 Tahun kedepan dapat di lihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4 Proyeksi Jumlah Kebutuhan Air Domestik Dusun Tuti sampai dengan tahun 2038

Lokasi	Jumlah KK	Jml. Penduduk 2022 (Jiwa)	Jml. Penduduk 2038 (Jiwa)	Kebutuhan Air (liter/detik)
RT 1	45	180	207	0.12
RT 2	45	180	207	0.12
RT 3	42	168	193	0.11
RT 4	33	132	152	0.09
RT 5	35	140	161	0.09

Proyeksi Jumlah Kebutuhan Air Domestik Dusun Tuti sampai dengan tahun 2038 di kelima RT menunjukkan bahwa rata-rata kebutuhan airnya sebesar 0,11 liter/detik. Besaran kebutuhan air tersebut akan dijadikan acuan untuk desain perencanaan pengembangan sistem penyediaan air minum di Dusun Tuti.

4.1.3 Jumlah kebutuhan air bersih (non-domestik)

Kebutuhan air Non-domestik adalah kebutuhan air bersih untuk keperluan selain untuk keperluan rumah tangga dan sambungan kran umum, seperti penyediaan air bersih untuk perkantoran, fasilitas Kesehatan, tempat ibadah, sekolah dan lain sebagainya. Tabel kebutuhan air bersih untuk keperluan non-domestik dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5 Proyeksi Jumlah Kebutuhan Air non-domestik Dusun Tuti

Lokasi	Fasilitas		Kebutuhan Air		Kebutuhan Air	
	Sekolah (Jml. Siswa)	Tempat Ibadah (Unit)	Sekolah (l/siswa/hari)	Tempat Ibadah (L/unit/hari)	Sekolah (l/detik)	Tempat Ibadah (L/detik)
Rt 1	500	1	10	2000	0.1	0.023
Rt 2	-	1	-	2000	-	0.023
Rt 3	-	-	-	-	-	-
Rt 4	-	-	-	-	-	-
Rt 5	-	1	-	2000	-	0.023
Total	500	3	10	6000	0.1	0.069

Jumlah Kebutuhan Air non-domestik Dusun Tuti di kelima RT adalah sebesar 0,069 liter/detik. Besaran kebutuh air tersebut akan dijadikan acuan untuk desain perencanaan pengembangan sistem penyediaan air minum di Dusun Tuti

4.2 Analisis Jaringan Perpipaan

4.2.1 Sumber air baku

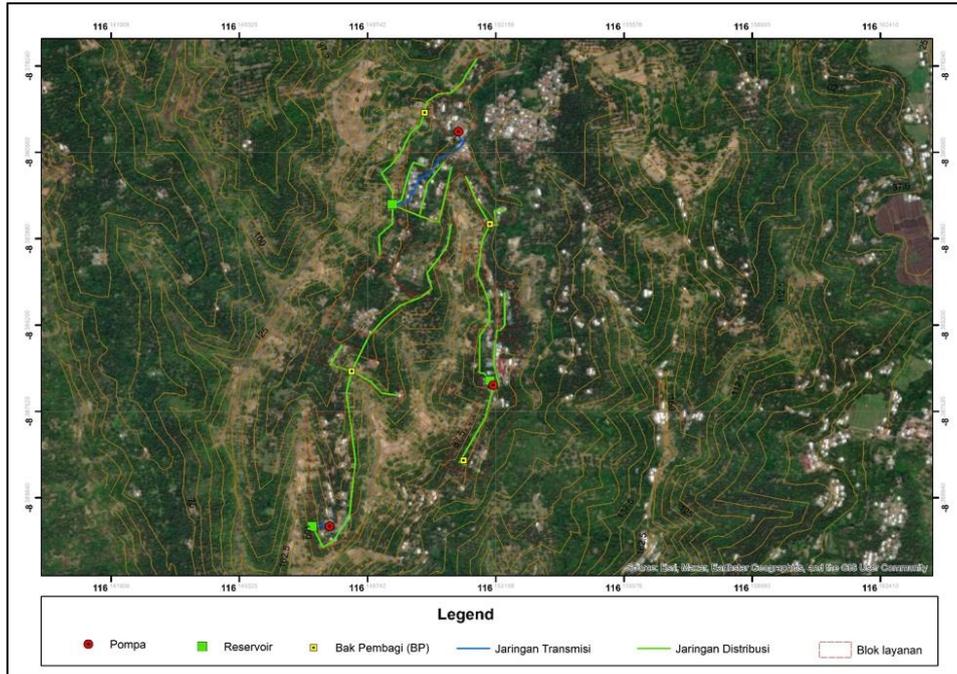
Sumber air baku yang digunakan dalam Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Dusun Tuti yakni dengan memanfaatkan sumur bor eksisting. Terdapat tiga titik sumur bor eksisting yang akan digunakan dengan daerah layanan seperti yang ditunjukkan pada table berikut.

Tabel 6 Koordinat sumur Bor sebagai sumber air bersih di Dusu Tuti

Titik Sumur Bor	Lokasi	Koordinat			Kapasitas (l/detik)	Daerah layanan
		x	y	Elevasi (m)		
SB 1	RT 1	406649,93	9072838,12	77	5	RT 1
SB 2	RT 2	593462,10	9073586,04	45	5	RT 2 & RT 3
SB 3	RT 5	406172,19	927580,92	132	5	Rt 4 & RT 5

4.2.2 Layout jaringan perpipaan

Untuk skema jaringan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Dusun Tuti, didapatkan dengan melakukan survey langsung kelapangan melihat kondisi medan yang akan di lalui. Hasil survey lapangan tersebut kemudian dimodelkan ke dalam program SIG (system informasi geografis) ArcMap yang hasilnya ditunjukkan pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3 Layout rencana skema jaringan perpipaan air bersih di Dusun Tuti

Rencana skema jaringan perpipaan air bersih di Dusun Tuti dibuat dengan mempertimbangkan kondisi letak sumber air air bersih dalam hal ini sumur bor eksisting, kondisi topografi lahan dan letak antar RT

4.3 Perencanaan Jaringan Perpipaan

4.3.1 Perencanaan diameter pipa transmisi

Untuk menentukan diameter pipa yang akan digunakan dalam perencanaan ini mengacu pada persamaan Debit (Q) yakni sebagai berikut:

$$Q = A \times V$$

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

Dengan:

- A : penampang pipa (m)
- Q : debit (m³ / d)
- V : kecepatan aliran (m /s) berkisar antara 0,3 – 1,0 m/s)

Sehingga kebutuhan pipa untuk distribusi pada SPAM Dusun Tuti adalah :

Diketahui

$$\text{Demand (Q)} = 0,80 \text{ l/d}$$

$$= 0,00080 \text{ m}^3/\text{d}$$

Kecepatan(V) = 0,5 m/d (diasumsikan)

$$A = \frac{0,00080}{0,5}$$

$$= 0,00159 \text{ m}^2$$

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

$$0,00159 = 0,25 \times 3,14 \times D^2$$

$$\begin{aligned}
 D &= 0,045 \text{ m} \\
 &= 4,50 \text{ cm} \\
 &= 5 \text{ cm} \\
 &= 2 \text{ inch}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 7, Perkiraan Besarnya Diameter Pipa yang dikeluarkan oleh Proyek Perdesaan sebagai Standar untuk Pengadaan Air Bersih tahun 2008, untuk jumlah pelanggan berkisar antara 500 s/d 700 orang dengan kebutuhan air 0,53 – 0,80 l/d, maka diameter pipa yang digunakan yaitu 1,5 inci. Dalam perencanaan SPAM Dusun Tuti dari hasil analisa didapatkan diameter yang sesuai dengan total kebutuhan yang ada yaitu pipa dengan diameter 4,50 cm atau lebih mendekati 2 inci.

Tabel 7 Perkiraan Besarnya Diameter Pipa

Jumlah Pemakai (orang)	Kebutuhan Debit Air (liter/detik)	Diameter Pipa (inci)
100	0 – 0,10	$\frac{3}{4}$
125	0,10 – 0,30	1,00
250	0,26	1,00
375	0,30 – 1,00	1,50
500	0,53	1,50
750	0,80	1,50
1000	1,00 – 1,50	2,00
1500	1,50 – 3,00	3,00
2000	2,11	3,00
3000	3,00 – 8,00	4,00

4.3.2 Desain pompa

- 1) Desain Pompa 1 (Daerah Pelayanan RT 1)
 - a) Menghitung head Loss/ Kehilangan Tekanan

Diketahui:

- Demand : 0,18 l/d
- Faktor Jam Puncak : 1,5
- Faktor Kekasaran (f) : 0,0015
- Diameter pipa (D) : 0,06 m (2,5 inch)
- Panjang pipa (L) : 70 m

Untuk menghitung Head Loss digunakan persamaan Darcy Weisbach sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Debit Max} &= \text{Demand} \times \text{Faktor jam Puncak} \\
 &= 0,18 \times 1,5 \\
 &= 0,27 \text{ l/d} \\
 &= 2,7 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{d}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Head Loss (Hf)} &= 8f \times \frac{L}{D^5} \times \frac{Q^5}{\pi^2 g} \\
 &= 8 \times 0,0015 \times \frac{70}{0,005^5} \times \frac{2,70 \times 10^{-4^5}}{\pi^2 g} \\
 &= 0,07 \text{ m}
 \end{aligned}$$

b) Desain Head Pompa

Diketahui

- Elevasi Pompa : 77,5 m
- Kedalaman Pompa : 60 m
- Elevasi Pelayanan : 78 m
- Tekanan minimum : 10 m (*pada elevasi pelayanan*)

$$\begin{aligned} \text{Head Pompa} &= \text{Head Statis} + H_f + \text{Sisa Tekanan ijin} \\ &= (78 - (77,5-60)) + 0,07 + 10 \\ &= 70,57 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk dapat menyalurkan debit kebutuhan sebesar 0,27 l/d pada elevasi pelayanan 78 m dibutuhkan sebuah pompa dengan Head 70,57 m.

Hasil perhitungan kehilangan tekanan pada daerah layanan sumur bor yang lain disajikan, pada tabel dibawah ini.

Tabel 8 Desain Pompa

Sumur Bor	Lokasi	Pompa		Keterangan
		Head Desain (m)	Head Rencana (m)	
SB 1	RT 1	70.57	100	Di lokasi telah terpasang pompa tipe submersible dengan head total sebesar 100 m
SB 2	RT 2	62.75	100	Di lokasi telah terpasang pompa tipe submersibae dengan head total sebesar 100 m
SB 3	RT 5	73.46	100	Akan direncanakan pompa tipe submersible denga head total 100 m

4.3.3 Desain kapasitas reservoir

1) Reservoir 1 (Daerah Pelayanan RT 1)

- Debit harian maksimum = 0,20 l/d
= 0,00020 m³/d
- Volume reservoir = 80% x Kebutuhan harian maksimum
= 80% x 0,00020
= 16,2 x 10⁻⁵ m³/d
= 14,04 m³/hari

Untuk menentukan dimensi reservoir, reservoir memiliki kedalaman 2 m, dengan perbandingan Panjang 2 : 1, sehingga didapatkan dimensi sebagai berikut:

- Volume reservoir = P x L x T
14,04 = P x L x 2
P x L = $\frac{14,04}{2}$ (P : L = 2 : 1)
2L x L = 7,02
L² = 3,51
L = 1,87 dibulatkan = 2
- Panjang (P) = 2 L

$$= 2 \times 2$$

$$= 4,00 \text{ m}$$

Dari perhitungan di atas, untuk menampung debit kebutuhan maksimum sebesar 0,20 l/d atau 14,04 m³/hari dibutuhkan reservoir dengan dimensi 4m x 2m x 2m

Hasil perhitungan desain reservoir pada daerah layanan yang lain disajikan, pada tabel dibawah ini.

Tabel 8 Dimensi reservoir

Reservoir	Koordinat			Dimensi (m)		
	X	Y	Z	P	L	t
R1	406649.93	9072838.12	78	4	2	2
R2	406352.40	926624.74	64	5	2,5	2
R3	406118.36	927581.03	135	4,5	2,5	2

4.3.4 Desain pipa distribusi

Berdasarkan gambar layout jaringan SPAM Dusun Tuti pada Gambar 3, terdapat beberapa bak pembagi (BP) yang berfungsi menampung air sementara sebelum didistribusikan ke daerah layanan. Dimensi bak pembagi tergantung dari jumlah kebutuhan air bersih yang dilayani. Untuk analisis perhitungan sama dengan perhitungan pada sub bab 5.3.4 dengan kapasitas volume BP yaitu 50% dari kebutuhan air maksimum daerah layanan. Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada table di bawah ini.

Tabel 9 Dimensi Reservoir dan Bak Pembagi Jaringan Distribusi

Pembagian Wilayah	Jumlah KK	Jumlah Jiwa	Kebutuhan air (l/d)		Keb. Total (l/d)	Keb. Max (l/d)	Bangunan Penampung	Kapasitas (M ³ /hari)	Dimensi (m)			
			Domestik	Non-Domestik					P	L	t	
RT1												
Zona A	35	140	0.08	0.01	0.09	0.13	Reservoir	5.02	-	-	-	
Zona B	12	48	0.03	0.01	0.03	0.05	BP1	2.12	1.5	1	1.5	
Zona C	5	20	0.01	0.01	0.02	0.02	BP 2	1.07	1	1	1.5	
Total	52	208	0.12	0.02	0.14	0.20	Reservoir 1	14.04	4	2	2	
RT 2 dan RT 3												
Zona A	65	260	0.150	0.005	0.155	0.23	Reservoir	9.07	-	-	-	
Zona B	35	140	0.081	0.005	0.086	0.13	BP 3	5.57	2	1.5	2	
Total	100	400	0.231	0.01	0.241	0.36	Reservoir 2	25.04	5	2.5	2	
RT 4 dan RT 5												
Zona A	40	160	0.093	0.005	0.098	0.15	Reservoir	5.69				
Zona B	38	152	0.088	0.005	0.093	0.14	BP 4	5.42	2	1.5	2	
Total	78.00	312.00	0.18	0.01	0.20	0.30	Reservoir 3	20.74	4.5	2.5	2	

Kebutuhan air maksimum pada zona A sampai dengan C yang tersebar di RT 1 sampai dengan RT 5 sebesar 0,20 sampai dengan 0,30 lt/dt sehingga kapasitas dari reservoir sebagai penampung airnya nanti adalah sebesar 14,04 sampai dengan 20,74 m³/hari. Dimensi yang didapatkan dari perhitungan kebutuhan air maksimum tiap-tiap zona dan kapasitas reservoirnya menjadi acuan untuk menentukan dimensi reservoir sehingga berturut-turut didapatkan dimensi reservoir untuk zona di RT 1, zona di RT 2 dan zona di RT 3 sebesar (p= 4 m, l= 2 m, t= 2 m); (p= 5 m, l=2,5 m, t=2 m) dan (p= 4,5 m, l=2,5 m, t=2 m) dengan dimensi pipa distribusi seperti yang disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 10 Dimensi dan jenis pipa distribusi

No.	Diameter (inci)	Jenis Pipa	Panjang (m)
1	2	PVC	450
2	1.5	PVC	3.000
3	0.50	PVC	3.600

Dimensi dan jenis pipa distribusi yang didapatkan untuk memenuhi Kebutuhan air maksimum pada zona A sampai dengan C yang tersebar di RT 1 sampai dengan RT 5 adalah pipa PVC diameter 2 inci, 1,5 inci dan 0,50 inci dengan panjang 450 m, 3000 m dan 3600 m yang sudah disesuaikan dengan layout skema jaringan pipa pada Gambar 3.

5. Kesimpulan

Hasil studi perencanaan pengembangan sistem penyediaan air minum di Dusun Tuti menunjukkan bahwa proyeksi jumlah penduduk menunjukkan bahwa jumlah penduduk pada tahun 2038 sebesar 920 jiwa dengan rata-rata kebutuhan air bersih sebesar 0,11 liter/detik. Rencana pengembangan sistem jaringan distribusi utama pada tahun 2022-2038 menggunakan pipa PVC berdiameter 2 inci sepanjang 450 m, pipa PVC berdiameter 1,5 inci sepanjang 3000 m dan pipa PVC berdiameter 0,5 inci sepanjang 3600 m.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Pihak Desan Sokong dan Dinas PUTR Kabupaten Lombok Utara atas kerjasamanya dalam pemenuhan data dan survey kondisi di Dusun Tuti.

Daftar Rujukan

- [1] N. Augustone and P. Pamungkas, "Potensi Perencanaan Aliran Air Bendungan Sei Gong Sebagai Sumber Energi Terbarukan Melalui PLTMH," *Journal of Civil Engineering and Planning*, vol. 1, no. 1, 2020.
- [2] A. R. Hidayat, "Analisis Dampak Gempa Bumi Terhadap jaringan Air Bersih (Studi Kasus Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Lombok Utara," Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2019.
- [3] I. Agustiar, Ikhtisholiah, and B. Tamam, "Perencanaan Jaringan Pipa Air Bersih Desa Gendang Kulut Kecamatan Cerme Kabupaten Gresik," *Wahana Teknik*, vol. 08, pp. 1-9, 2019.
- [4] Radiana Triatmadja, *Teknik Penyediaan Air Minum Perpipa-an*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press, 2016.
- [5] R. A. Juvano, H. Yermadona, and A. S. Yusman, "Tinjauan Perencanaan Jaringan Perpipa-an Distribusi Air Bersih di Kenagarian Taram Kecamatan Harau," *Ensiklopedia of Jurnal*, vol. 1, pp. 147-153, 2022.
- [6] Anonim, *Permenkes RI No. 416/Menkes/Per/IX/1990*. 1990.
- [7] Radiana Triatmadja, *Hidraulika Sistem Jaringan Perpipa-an Air Minum*. Yogyakarta: Beta Offset, 2013.

- [8] Anonim, *Petunjuk Teknis Cara Perhitungan Fluktuasi Pelayanan Air Minum Perkotaan dan Tekanan*. Jakarta: Dirjen Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum, 1998.
- [9] A. Suheri, C. Kusmana, M. Yanuar, J. Purwanto, and Y. Setiawan, "Model Prediksi Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jumlah Penduduk di Kawasan Perkotaan Sentul City (A Model for Predicting Clean Water Need Base on Inhabitant Number in The Urban Area Sentul City)," 2019.
- [10] BPS, "Kecamatan Tanjung Dalam Angka 2022," Kabupaten Lombok Utara, 2022.