



## Optimalisasi Pemanfaatan Mata Air Jagasatru untuk Layanan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) di Desa Manggis

### *Optimization of the Utilization of the Jagasatru Spring for Drinking Water Supply System (SPAM) Services in Manggis Village*

Tri Hayatining Pamungkas<sup>a,2</sup>, I Ketut Soriata<sup>a</sup>, I Wayan Astu Wiratnata<sup>a</sup>, Ni Kadek Astariani<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ngurah Rai, Jl. Kampus Ngurah Rai No.30, Penatih, Denpasar Timur.

#### ABSTRAK

Desa Manggis memiliki sistem penyediaan air minum dengan memanfaatkan mata air Jagasatru. Dalam pemanfaatannya mata air Jagasatru baru melayani dua dusun yaitu Dusun Belong dan Yehpoh sedangkan untuk debit mata air Jagasatru yaitu 10 liter/detik memiliki berpotensi untuk dapat melayani seluruh Desa Manggis yang memiliki 12 Dusun. Mata air Jagasatru jika dimanfaatkan sangatlah menguntungkan karena memiliki elevasi 169 m di atas permukaan laut. Berdasarkan kondisi tersebut maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan mata air Jagasatru. Metode analisis dilakukan untuk mengetahui dusun yang dapat direncanakan sistem gravitasi, sistem jaringan dan biaya yang diperlukan. Analisis memproyeksikan pertumbuhan penduduk dan kebutuhan air sampai 10 tahun. Hasil dari survei topografi dusun yang dapat dijangkau sebanyak 10 dusun kecuali Dusun Bakung dan Pegubugan karena elevasinya lebih tinggi dari sumber mata air. Analisis jaringan sistem perpipaan menggunakan metode modeling *Epanet* 2.2 menghasilkan dimensi pipa, spesifikasi pipa, dan skema jaringan yang memenuhi syarat untuk dioperasikan. Mengacu pada hasil analisis jaringan sistem pemipaan didapat rencana anggaran biaya untuk pelaksanaan proyek tersebut sebesar Rp. 1.529.239.000.

*Kata kunci: sistem penyediaan air minum, optimalisasi, mata air, sistem perpipaan, Epanet*

#### ABSTRACT

Manggis Village has a drinking water supply system that utilizes the Jagasatru spring. In its utilization, the Jagasatru spring only serves two hamlets, namely Belong and Yehpoh Hamlets. In contrast, the Jagasatru spring discharge, which is 10 liters per second, has the potential to be able to serve the entire Manggis Village, which has 12 Hamlets. Jagasatru spring, if used, is very profitable because it has an elevation of 169 meters above sea level. Based on these conditions, research was conducted to optimize the utilization of Jagasatru Springs. Analysis methods are carried out to determine which hamlets can be planned for gravity and network systems and the costs required. The analysis projected population growth and water demand for up to 10 years. The results of the topographic survey of hamlets can be reached by as many as ten hamlets, except Bakung and Pegubugan hamlets, because the elevation is higher than the spring source. Network analysis of piping systems using the *Epanet* 2.2 modeling method produces pipe dimensions, pipe specifications, and network schematics that are eligible for the operation. Referring to the piping system network analysis results, a Bill of Quantity for the implementation of the project amounted to Rp. 1,529,239,000.

*Keywords: drinking water supply system, optimisation, springs, piping system, Epanet*

<sup>1</sup> Info Artikel: Received: 14 Juni 2023, Accepted: 31 Juli 2023

<sup>2</sup> Corresponding Author: Tri Hayatining Pamungkas, [tri.hayatining@unr.ac.id](mailto:tri.hayatining@unr.ac.id)

## **PENDAHULUAN**

Kabupaten Karangasem melaporkan tingkat layanan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) sebesar 67,51% (Dinas PUPR Kabupaten Karangasem, 2022). Salah satu desa yang terletak di Kabupaten Karangasem yaitu Desa Manggis. Desa Manggis memiliki penduduk sebanyak 7.222 jiwa dengan jumlah KK 2.101 (Pokmas Desa Manggis, 2022). Akses air minum di Desa Manggis tahun 2021 mencapai 92% mencakup masyarakat yang memanfaatkan air tanpa menggunakan meteran air dan dengan menggunakan meteran air. Penggunaan air minum di Desa Manggis akan terus bertambah disebabkan oleh meningkatnya jumlah penduduk setiap tahunnya sedangkan jaringan dan sumber air masih tetap sama. Pertumbuhan penduduk di Desa Manggis memiliki presentase yang cukup tinggi yaitu 2,10% per tahun (BPS Kabupaten Karangasem, 2020). Pelayanan penyediaan air minum di beberapa dusun saat ini masih memanfaatkan mata air lokal di wilayah masing-masing dan belum menggunakan SR. Maka dari itu diperlukan pemasangan SR pada setiap pelanggan agar penggunaan air bisa terkontrol sesuai kebutuhan. Sedangkan layanan air minum di Desa Manggis dibagi dengan beberapa layanan yaitu PDAM dan PAM Desa. Layanan PDAM sejumlah 1.542 Sambungan Rumah (SR) melayani 2.330 jiwa, sedangkan dikelola oleh Desa sebanyak 165 SR yang melayani 1.598 jiwa (Pokmas Desa Manggis, 2022). Jumlah jiwa yang belum terlayani air PAM Desa apabila pemanfaat satu SR sejumlah 5 orang adalah 4.067 jiwa.

Salah satu mata air dengan potensi yang bisa digunakan adalah mata air Jagasatru. Debit mata air Jagasatru sebesar 10 liter/detik sesuai dengan buku RKM DAK Pokmas Desa Manggis yang diharapkan mampu melayani kekurangan akses dan layanan air minum di Desa Manggis. Elevasi lokasi sumber mata air Jagasatru yang terletak pada titik yang lebih tinggi daripada reservoir dan daerah pelayan di Desa Manggis maka dapat direncanakan jaringan transmisinya dengan sistem gravitasi. Sistem gravitasi memiliki keuntungan dalam operasional SPAM karena energi tekanan yang dimanfaatkan berasal dari elevasi sumber yang tinggi. Karena dalam proses pemanfaatan biaya untuk operasional dapat ditekan sehingga hasil dari pelayanan dapat digunakan untuk membantu dibidang sosial dan kemanusiaan. Menurut ketua Pokmas Desa Manggis keuntungan dari pengelolaan air oleh PAM desa sudah dapat membantu masyarakat yang kurang mampu untuk membayar asuransi kesehatan, tunjangan tokoh adat dan bantuan untuk upacara adat di Desa Manggis.

Untuk merencanakan ulang SPAM di Desa Manggis akan dilakukan analisis jaringan perpipaan dengan bantuan *software* Epanet 2.2. *Software* ini bisa mensimulasikan hidrolis dan proses kualitas air pada jaringan-jaringan pipa pada saat mengalir (Mustafidah, 2019). Simulasi jaringan pipa pada Epanet 2.2 terdiri dari pipa-pipa, persimpangan pipa, *reservoir* semua elemen pada simulasi Epanet dimasukkan elemen datanya masing-masing sesuai hasil survey topografi. Menunjukkan gerak air dalam tiap pipa, yaitu tekanan pipa dan kecepatan aliran pada waktu mengalir. Selain itu, usia air (*water age*) dan pelacakan sumber juga dapat disimulasikan (Rossman et al., 2000). Pemilihan penggunaan Epanet 2.2 dikarenakan dapat mempermudah proses analisis hidrolika pada jaringan pipa dan hasil dari analisis sesuai dengan penelitian serupa (Syah, 2022) mendapatkan hasil yang akurat.

Berdasar latar belakang dan metode pelaksanaan yang sudah berhasil pada penelitian sebelumnya serta belum adanya penelitian yang dilakukan pada daerah penelitian, maka diperlukan analisis perencanaan ulang sistem penyediaan air minum di Desa Manggis dengan memanfaatkan secara optimal sumber mata air Jagasatru bertujuan dapat

mengetahui jaringan layanan SPAM dengan sistem gravitasi untuk dapat melayani kebutuhan air di Desa Manggis seiring pertumbuhan penduduk yang meningkat.

## **METODOLOGI**

### **Metode Penelitian**

Metode penelitian yang dipakai di kajian ini adalah metode penelitian deskriptif kuantitatif yaitu metode penelitian yang dipakai untuk pengujian, pengukuran, dan hipotesis berdasarkan perhitungan matematika dan statistik. Metode pengumpulan data dari metode ini adalah menggunakan survei, observasi atau wawancara. Metode deskriptif didasarkan atas masalah yang terjadi di lokasi studi yang memerlukan pengoptimalan pemanfaatan mata air Jagasatru untuk pelayanan penyediaan air minum di Desa Manggis yang dilanjutkan dengan analisis perencanaan ulang pemanfaatan mata air Jagasatru menggunakan program Epanet 2.2.

### **Lokasi Penelitian**

Letak lokasi penelitian ini berada di Kabupaten Karangasem, Kecamatan Manggis, Desa Manggis. Lokasi mata air Jagasatru terletak di Dusun Yeh Poh, Desa Manggis, Kecamatan Manggis, Kabupaten Karangasem, Provinsi Bali.

### **Sumber Data**

Data yang diperlukan untuk perencanaan ini adalah data primer dan data sekunder.

#### **Data Primer**

Data primer adalah data yang didapat langsung melalui survei lapangan. Data primer yang diperlukan adalah topografi wilayah.

##### **1. Survei**

Survei dilakukan untuk memperoleh data primer. Survei yang dilakukan sesuai dengan target data yang ditetapkan atau dibutuhkan dalam bagian analiis. Adapun survei yang dilakukan adalah:

##### **1) Survei Topografi**

Survei ini dilakukan dengan mengambil titik koordinat sumber mata air, posisi reservoir dan posisi permukiman dengan menggunakan GPS yang dimana pada penelitian ini menggunakan aplikasi berbasis android yaitu Altimeter yang kemudian diolah dengan bantuan *software Google Earth*.

#### **Data Sekunder**

Data Sekunder merupakan data yang didapatkan dan dikumpulkan dari instansi atau institusi terkait dimana datanya valid dan bisa dipertanggungjawabkan. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain:

1. Peta Desa Manggis
2. Peta jaringan perpipaan.
3. Debit sumber mata air yaitu 10 liter/detik
4. Data Jumlah Penduduk
5. Data Jumlah Sekolah Dasar dan Taman Kanak-kanak

### **Sumber Air Baku**

Asal air biasanya dari sumber air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang kemudian disebut Air Baku apabila air tersebut dapat memenuhi standar mutu tertentu sebagai Air Baku untuk Air Minum (Menteri Pekerjaan Umum, 2007). Contoh-contoh sumber air baku yang diperuntukkan air minum yaitu air sungai, air danau, mata air dan lain sebagainya. Pada penelitian ini yang dimanfaatkan berupa air permukaan yaitu air sungai. Untuk memanfaatkan aliran air sungai, harus melakukan pengolahan air baku terlebih dahulu supaya air tersebut memenuhi standar air minum.

### **Langkah-Langkah Analisis Data**

Metode analisis data dapat dilakukan dengan tahapan menganalisis data yang didapatkan. Setelah data primer dan data sekunder didapatkan, selanjutnya diperoleh hasil yang diperlukan dalam perencanaan ini. Kumpulan data yang sudah disiapkan kemudian dianalisis sesuai tahapan yang telah ditetapkan serta digunakan untuk acuan pada analisis berikutnya. Analisis data yang akan dikerjakan bersumber dari data primer ataupun data sekunder. Dari data yang diperoleh seperti di atas maka akan dilakukan analisis sesuai dengan kebutuhan penelitian. Adapun analisis data yaitu:

### **Analisis Proyeksi Pertumbuhan Penduduk**

Agar jumlah tingkat kepadatan, dan pertumbuhan penduduk Desa Manggis diketahui maka perlu dilakukan analisis pertumbuhan penduduk. Analisis pertumbuhan penduduk juga diperlukan untuk menentukan metode yang akan digunakan untuk menghitung proyeksi jumlah penduduk di masa depan. Berdasarkan data yang dimiliki yaitu presentase pertumbuhan penduduk yang konstan setiap tahunnya maka analisis proyeksi penduduk dapat dilakukan dengan Metode Aritmatika yang artinya tidak terjadi penambahan maupun pengurangan secara ekstrim pada jumlah penduduk (Hartati, 2021).

Hal pertama yang dilakukan dalam menghitung proyeksi kebutuhan air bersih adalah menganalisis proyeksi pertumbuhan penduduk pada suatu daerah perencanaan. Untuk menghitung proyeksi pertumbuhan penduduk ada beberapa elemen data yang harus ditentukan yang akan mempengaruhi ketelitian proyeksi jumlah penduduk yaitu kecepatan pertumbuhan penduduk, panjang waktu proyeksi, dan jumlah tahun pengambilan data (Widyaswara & Irianto, 2019). Proyeksi jumlah penduduk bisa dihitung menggunakan metode yang telah diketahui publik yaitu metode aritmatika (Hartati, 2021). Alasan memilih metode ini karena presentase pertumbuhan penduduk sudah diketahui sebesar 2,1 % melalui BPS dan pertumbuhan penduduk yang memiliki pertumbuhan konstan dihitung menggunakan metode Aritmatik.

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

Dengan  $P_n$  = Populasi tahun akhir,  $P_o = 368$ ,  $r = 2,10$  % laju pertumbuhan penduduk desa manggis (BPS Kabupaten Karangasem, 2020),  $t = 10$  tahun.

Untuk presentase pertumbuhan penduduk di Desa Manggis sesuai data dari BPS dianggap konstan setiap tahunnya yaitu 2,1 % sehingga metode untuk menghitungnya adalah menggunakan metode Aritmatika (Hartati, 2021).

## **Analisis Proyeksi Kebutuhan Air**

Banyaknya air yang dibutuhkan untuk keperluan harian manusia adalah jumlah kebutuhan air bersih. Semua kegiatan lainnya yang membutuhkan air seperti kegiatan sosial, perkantoran, niaga, pendidikan, fasilitas peribadahan dan lainnya disebut kebutuhan air (non domestik) (Udju, 2014). Air domestik yang dibutuhkan per-orang per-hari direncanakan sesuai dengan standar yang dapat dipakai sesuai ketentuan pelayanan yang bersumber pada wilayah dan jumlah jiwa di wilayah tersebut.

Kebutuhan air yang digunakan untuk kegiatan harian atau pemenuhan kebutuhan air rumah tangga disebut kebutuhan air domestic (Ramadhayanti & Helda, 2021). Yang termasuk kebutuhan air domestik adalah penggunaan air oleh seseorang yang diperkirakan tetap setiap harinya seperti mandi dan memasak. Untuk menentukan kebutuhan air domestik bisa ditentukan dengan mengetahui kecenderungan peningkatan kebutuhan air itu sendiri yang dianalisis melalui data penduduk, pola kebiasaan serta tingkat hidup yang didukung adanya perkembangan sosial ekonomi (Mamik, 2017). Kriteria perencanaan air perorangan sangat dipengaruhi jumlah penduduk suatu kota sesuai dengan kriteria perencanaan yang telah disusun dan ditetapkan oleh Direktorat Jendral PUPR (Menteri Pekerjaan Umum, 2007; Pemerintah Republik Indonesia, 2015).

Kebutuhan air non-domestik adalah kebutuhan air yang digunakan oleh masyarakat umum yang konsumsinya tidak tetap setiap harinya, yang kemudian sering disebut kebutuhan air perkotaan. Jumlah fasilitas perkantoran yang ada dalam wilayah perencanaan, pendidikan (institut dan sekolah), tempat ibadah masyarakat, tempat-tempat komersial seperti pertokoan, hotel, rumah makan, pasar umum, dan perindustrian dalam wilayah tersebut (Salim, 2019).

Perhitungan kebutuhan air mengacu pada SNI 03-7065-2005, Apabila memakai standar pada SNI ditentukan sesuai kualifikasi wilayah yaitu desa maka pemakaian air rata-rata orang per hari yaitu sebesar 60 liter/orang/hari dan fasilitas umum per orang sebesar 5 liter/orang/hari (Badan Standardisasi Nasional, 2005).

Selanjutnya jumlah kebutuhan air domestik ditambah kebutuhan air non-domestik serta ditambah kehilangan air akan menghasilkan jumlah kebutuhan air total. Hasil dari analisis kebutuhan air total bertujuan dapat ditentukannya debit yang dibutuhkan dalam sistem jaringan sesuai dengan konsumen yang telah dianalisis (Burako, 2018; Kalensun et al., 2016).

Rumus kebutuhan air total tertera pada rumus (2).

$$Q_r = Q_d + Q_n + Q_a \quad (2)$$

dengan:  $Q_r$  = Kebutuhan air rata - rata (liter/hari),  $Q_d$  = Pemakaian air domestik (liter/hari),  $Q_n$  = Pemakaian air non - domestik (liter/hari),  $Q_a$  = Kehilangan air (liter/hari)

## **Analisis Hidrolika menggunakan Epanet 2.2**

Program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa adalah definisi dari Aplikasi Epanet. Elemen jaringan terdiri dari pipa, node (titik koneksi pipa), pompa, katub, dan tangki air atau reservoir (Guo et al., 2021; Santosa, 2020). Semua elemen yang terdiri dari jaringan harus memiliki data sesuai dengan dilapangan.

Pengoperasian Epanet 2.2 yang menghasilkan skema Hidrolika aliran pipa dipengaruhi beberapa factor yaitu tekanan air pada pipa, kecepatan aliran air, debit yang dibutuhkan dan kehilangan air (*Waterloss*) (Guo et al., 2021; Primejdie et al., 2021). Analisis hidrolika jaringan perpipaan menggunakan aplikasi pemodelan jaringan pipa yaitu Epanet 2.2. Perangkat lunak ini dapat membantu untuk mengubah data yang diinput setelah melakukan survey topografi menjadi simulasi aliran hidrolika pada pipa dalam format yang diinginkan. Hasil analisis yaitu aliran dan *headloss* pada sambungan (pipa, pompa, dan katup), *head*, tekanan dan kebutuhan air pada *junctions*, serta level dan volume untuk penyimpanan air (Todini et al., 2022). Semua perhitungan ini kita akan sandingkan dengan angka yang berlaku untuk sistem penyediaan air minum sehingga nanti kita dapat menyimpulkan apakah sistem tersebut memenuhi standar atau tidak (Pemerintah Republik Indonesia, 2015). Adapun metode yang akan digunakan, seperti: *Hazen-William*, *Darcy-Weisbach* dan *Chessy-Manning*, beserta satuan yang digunakan dapat disesuaikan dengan kondisi di wilayah perencanaan dan kebutuhan angka yang ingin diperoleh (Mokunimau et al., 2021).

### **Analisis Rencana Anggaran Biaya**

SNI T-15-2002 memuat tentang Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Pipa dan Saniter dengan penentuan besaran nilai koefisien disesuaikan dengan metode pelaksanaan yang akan diterapkan dalam pendistribusian air bersih menggunakan pipa (Badan Standardisasi Nasional, 2002). Rencana Anggaran Biaya (RAB) harus mengacu pada SNI diatas yang menjadi salah satu proses utama dalam suatu proyek karena merupakan dasar untuk membuat penawaran sistem pembiayaan dan kerangka budget yang akan dikeluarkan. Dalam RAB terdapat harga satuan pokok kegiatan yang harga untuk setiap pekerjaan yang terdiri dari beberapa komponen dengan nilai koefisien yang berdasarkan Standar Nasional Indonesia.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Analisis Wilayah Perencanaan**

Analisis wilayah perencanaan berdasar pada data yang didapat dari survei lapangan. Adapun survei lapangan yang dilakukan pada perencanaan ini berupa analisis jalur rencana perpipaan, yang disebut juga *tracking*. Hasil dari analisis wilayah perencanaan dijelaskan pada Tabel 1.

**Tabel 1** Analisis daerah perencanaan

NO	NAMA DUSUN	ELEVASI	MEMENUHI SYARAT	
		TERTINGGI	YA	TIDAK
1	PEGUBUGAN	289		Tidak
2	BAKUNG	170		Tidak
3	SIIG	110	Ya	
4	PANDE	59	Ya	
5	TENGAH	47	Ya	
6	KAWAN	35	Ya	
7	KELODAN	39	Ya	
8	BUITAN	20	Ya	
9	APITYEH KAJA	52	Ya	
10	APITYEH KELOD	42	Ya	
11	BELONG	38	Ya	
12	YEHPOH	95	Ya	

Wilayah perencanaan sesuai dengan syarat perencanaan daerah pelayanan dengan sistem gravitasi harus memiliki elevasi lebih rendah dari elevasi sumber mata air (Utama & Ariyadi, 2022) yaitu 169 m diatas permukaan laut. Berdasarkan Tabel 1 terdapat 10 dusun yang sesuai dengan persyaratan sistem gravitasi sedangkan 2 dusun lainnya yaitu Dusun Pegubugan dan Dusun Bakung tidak masuk dalam persyaratan wilayah perencanaan.

### Analisis Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

#### Analisis Proyeksi Penduduk

Analisis proyeksi penduduk dihitung menggunakan metode aritmatika. Metode ini dianggap baik untuk kurun waktu yang pendek sama dengan kurun waktu perolehan data (Siswanto et al., 2022). Perhitungan menggunakan persamaan 1, pada Dusun Siig, yaitu:

$$P_n = 368 - (1 + 2,10\% \times 10)$$

$$P_n = 445,28$$

Hasil analisis didapat jumlah penduduk pada Dusun Siig 10 tahun mendatang adalah 445 jiwa. Berdasarkan alur analisis yang sama, untuk proyeksi penduduk pada dusun lain dijelaskan pada Tabel 2.

**Tabel 2** Analisis proyeksi pertumbuhan penduduk

NO	NAMA	Pertumbuhan Penduduk		
		2023	2033	Jiwa
1	SIIG	372	445	445
2	PANDE	426	508	508
3	BELONG	637	762	762
4	TENGAH	464	555	555
5	KAWAN	779	930	930
6	KELODAN	1150	1375	1375
7	YEHPOH	996	1189	1189
8	APITYEH KAJA	408	486	486
9	APITYEH KELOD	441	526	526
10	BUITAN	611	731	731

Analisis kependudukan dilakukan pada 10 dusun perencanaan berupa survei jumlah sambungan rumah (SR) yang diproyeksi selama 10 tahun ke depan. Selanjutnya, analisis ini akan menjadi dasar perhitungan pada analisis proyeksi kebutuhan air.

#### Analisis Proyeksi Kebutuhan Air

Dalam studi ini, kajian pengembangan sistem distribusi air bersih di desa Manggis dalam upaya memaksimalkan pemanfaatan mata air Jagasatru dengan sistem gravitasi mencakup 10 kawasan dusun di Desa Manggis. Kebutuhan air yang dihitung meliputi kebutuhan air Non-Domestik dan kebutuhan air Domestik. Kebutuhan air Non-Domestik yang dihitung yaitu Sekolah Dasar dan Taman Kanak-kanak di Desa Manggis, untuk kebutuhan air domestik yang dihitung merupakan proyeksi pertumbuhan penduduk sampai 2033 mendatang dengan menggunakan persamaan 4. Hasil analisis kebutuhan air rata-rata pada 10 kawasan dusun di Desa Manggis dijabarkan pada Tabel 3.

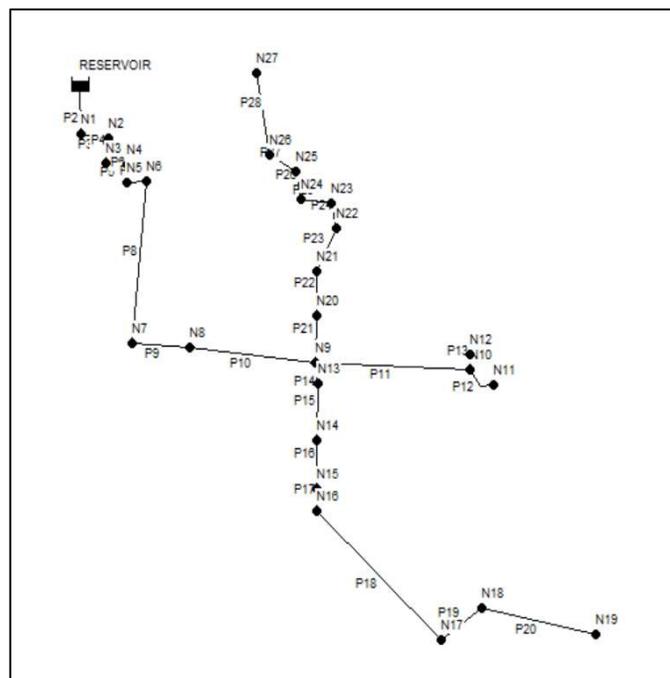
**Tabel 3** Kebutuhan air rata-rata

NO	NAMA	Jumlah		kebocoran 20%	Kebutuhan Air	
		Non-Domestik	Domestik		liter per hari	liter per detik
1	SIIG		26.700	5.340	32.040	0,3708
2	PANDE	0	30.480	6.096	36.576	0,4233
3	BELONG	0	45.720	9.144	54.864	0,6350
4	TENGAH	725	33.300	6.660	40.685	0,4709
5	KAWAN	585	55.800	11.160	67.545	0,7818
6	KELODAN	0	82.500	16.500	99.000	1,1458
7	YEHPOH	755	71.340	14.268	86.363	0,9996
8	APITYEH					
8	KAJA	335	29.160	5.832	35.327	0,4089
9	APITYEH					
9	KELOD	0	31.560	6.312	37.872	0,4383
10	BUITAN	0	43.860	8.772	52.632	0,6092
	Total	2.400	450.420	90.084	542.904	6,2836

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui kebutuhan air yang paling tinggi adalah pada Dusun Kelodan dan yang paling kecil pada Dusun Siig. Hal ini tentu membuktikan bahwa banyaknya penduduk berbanding lurus dengan banyaknya kebutuhan air (Fadila et al., 2022) di wilayah Dusun Desa Manggis.

### Analisis Jaringan Pipa

Analisis jaringan pipa dilakukan untuk mendapatkan beberapa data yang diperlukan pada perencanaan SPAM. Data tersebut berupa dimensi pipa yang sesuai, *headloss* pada pipa, serta sisa tekan pada pipa. Dalam proses analisis terdapat nomor node dan pipa seperti pada Gambar 1.



**Gambar 1** Penomoran titik dan pipa.

Analisis perhitungan kebutuhan air pada periode waktu tertentu menggunakan Epanet 2.2 dengan memasukkan *load factor* yang dimana direncanakan jam puncak yaitu pada jam 06:00 pagi dengan *load factor* 1,56. Setelah mengetahui kebutuhan air pada jam puncak, selanjutnya diperlukan analisis perbandingan volume reservoir eksisting dengan kebutuhan air untuk dapat mengetahui ketersediaan pemenuhan kebutuhan (Wahyu Diana et al., 2020). Berdasarkan jumlah volume reservoir eksisting yaitu 48 m<sup>3</sup> sedangkan kebutuhan air puncak diperoleh 34.524 liter/jam atau 34,524 m<sup>3</sup>. Maka dapat disimpulkan bahwa reservoir eksisting mencukupi untuk pelayanan jam puncak SPAM di Desa Manggis.

Pada jam puncak, standar operasional yang di tentukan yaitu tekanan minimal pada titik node yaitu 5 m kolom air dan kecepatan air pada pipa yaitu minimal 0,3 m per detik harus terpenuhi (Sulistia. K. S. J et al., 2021). Setelah dilakukan analisis dengan bantuan *software* Epanet 2.2 semua syarat sudah dikategorikan memenuhi standar Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM). Maka dari itu jaringan yang telah dimodelkan dengan Epanet 2.2 tersebut sudah dapat direncanakan. Berdasarkan hasil analisis Epanet 2.2 didapat tekanan tertinggi yaitu 101,51 m air maka pipa yang digunakan adalah pipa HDPE PN 16 yang mampu menahan tekanan sampai 16 BAR. Proses selanjutnya yaitu perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dengan menggunakan hasil diameter, panjang pipa dan spesifikasi pipa yang didapatkan dari hasil analisis pemodelan epanet yang dijelaskan pada Tabel 4.

**Tabel 4** Dimensi dan panjang pipa

Diameter Pipa	Panjang
Pipa HDPE 100 PN 16 Ø 125 mm	1.600,00
Pipa HDPE 100 PN 16 Ø 100 mm	1.700,00
Pipa HDPE 100 PN 16 Ø 60 mm	210,00
Pipa HDPE 100 PN 16 Ø 50mm	600,00
Pipa HDPE 100 PN 16 Ø 40 mm	2.300,00
Pipa HDPE 100 PN 16 Ø 32 mm	2.000,00

### Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Setelah melakukan analisis untuk mengetahui model jaringan perpipaan yang akan digunakan dalam perencanaan pengoptimalisasian pemanfaatan mata air Jagasatru untuk SPAM di Desa Manggis sampai periode 2033 maka dihasilkan panjang pipa, diameter pipa dan spesifikasi pipa yang akan digunakan. Setelah mengetahui maka dilakukan perhitungan RAB. Hasil perhitungan tertera pada Tabel 5.

**Tabel 5** Rencana Anggaran Biaya

NO	URAIAN	JUMLAH HARGA (Rp.)
<b>PEKERJAAN PERPIPAAN DAN SAMBUNGAN RUMAH ( SR )</b>		
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	7.871.760,00
II	PEKERJAAN TANAH	148.455.202,50
III	PENGADAAN PIPA	681.789.100,00
IV	PEMASANGAN PIPA	67.562.150,00
V	FLUSHING PIPA	9.166.900,00
VI	PENGADAAN DAN PEMASANGAN ACCESSORIES PIPA	600.663.000,00
VII	PENGETESAN PIPA	13.730.570,00
<b>JUMLAH TOTAL A</b>		<b>1.529.239.000</b>

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis perencanaan SPAM di Desa Manggis Kecamatan Manggis Kabupaten Karangasem Bali, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem jaringan gravitasi dengan sumber mata air Jagasatru yang memiliki debit 10 liter/detik dapat memenuhi kebutuhan air di Desa Manggis sampai 2033 karena kebutuhan air di desa manggis adalah 6,369 liter per detik dan memenuhi syarat SPAM dengan tekanan yang direncanakan lebih dari 5 m kolom air dan kecepatan aliran lebih dari 0,3 m/detik.
2. Dusun yang dapat dijangkau perencanaan sebanyak 10 dusun karena elevasinya lebih rendah dari pada sumber yang memiliki elevasi 169 m diatas permukaan laut (mdpl) yaitu Dusun Siig dengan elevasi 110 mdpl, Dusun Pande dengan elevasi 59 mdpl, Dusun Tengah dengan elevasi 47 mdpl, Dusun Kawan dengan elevasi 35 mdpl, Dusun Kelodan dengan elevasi 39 mdpl, Dusun Buitan dengan elevasi 20 mdpl, Dusun Apityeh Kaja dengan elevasi 52 mdpl, Dusun Apityeh Kelod dengan elevasi 42 mdpl, Dusun Belong dengan elevasi 38 mdpl, Dusun Yehpoh dengan elevasi 95 mdpl
3. Rencana Anggaran Biaya yang diperoleh yaitu Rp. **1.529.239.000** yang meliputi biaya untuk pengadaan barang dan jasa untuk pekerjaan galian pipa, pemasangan pipa, pengetesan pipa, *flusing* pipa dan pemasangan Sambungan Rumah (SR).

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Pipa dan Saniter*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). *Tata Cara Perencanaan Sistem Plumbing*. In *Badan Standar Nasional*. Badan Standardisasi Nasional.
- BPS Kab. Karangasem. (2020). *Kecamatan Manggis Dalam Angka*. BPS Kab.Karangasem
- Burako, M. V. (2018). Proyeksi Kebutuhan Air Bersih pada Tahun 2021 di Kota Pulang Pisau Menggunakan Metode Aritmatik. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 6(2), 79–84.
- Dinas PUPR Kabupaten Karangasem. (2022). *Laporan Kegiatan Peningkatan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Jaringan Perpipaan Dan Sambungan Rumah Kabupaten Karangasem(DAK) Tahun Anggaran 2022*. Dinas PUPR Kabupaten Karangasem.
- Fadila, N., Nurfaika, N., & Rusiyah, R. (2022). Pemetaan Kebutuhan Air Domestik Masyarakat Di Kecamatan Limboto Provinsi Gorontalo. *Geosfera: Jurnal Penelitian Geografi*, 1(1), 24–31. <https://doi.org/10.34312/geojpg.v1i1.14300>
- Guo, W., Wang, B., & Zhao, L. (2021). A visual software implementation of numerical simulation for transient process of pipeline network system of water supply project. *Energies*, 14(15). <https://doi.org/10.3390/en14154606>
- Hartati, G. (2021). Analisis Kebutuhan Air Bersih Pada Jaringan Distribusi Air Dengan Metode Aritmatik. *Jurnal Ilmu Sipil (JALUSI)*, 05(01), 19–27.
- Kalensun, H., Kawet, L., & Halim, F. (2016). Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih di Kelurahan Pangolombian Kecamatan Tomohon Selatan. *Jurnal Sipil Statik*, 4(2), 105–115.
- Mamik, F. A. (2017). *Evaluasi Eksisting dan Upaya Perbaikan Pelayanan SPAM PDAM Kota Mojokerto*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Menteri Pekerjaan Umum. (2007). *Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. [ciptakarya.pu.go.id/dok/hukum/permen/permen\\_18\\_2007.pdf](http://ciptakarya.pu.go.id/dok/hukum/permen/permen_18_2007.pdf)

- Mokunimau, J. G., Karels, D. W., & Krisnayanti, D. S. (2021). Perencanaan Jaringan Air Bersih di Desa Bolok Kecamatan Kupang Barat Kabupaten Kupang. *Jurnal Teknik Pengairan*, 12(2), 174–185. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2021.012.02.09>
- Mustafidah, H. (2019). Optimalisasi Tingkat Kehilangan Air PDAM Kota Mojokerto Dengan Penerapan Sistem Distric Meter Area (DMA) Ditinjau Dari Aspek Teknis, Kelembagaan Dan Finansial. *Tesis*, 1–126.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2015). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum* (Issue 1).
- Pokmas Desa Manggis. (2022). *Rencana Kerja Masyarakat Desa Manggis Program DAK Air Minum 2022*. Desa Manggis.
- Primejdie, L. G., Achim, A. V., Bucur, D. M., Dunca, G., & Georgescu, S. C. (2021). Rural water distribution system with groundwater supply and water tower: Numerical modelling in EPANET 2.2. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 664(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/664/1/012040>
- Ramadhayanti, N. R., & Helda, N. (2021). Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan Dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Di Kecamatan Banjarbaru Utara. *Jurnal Rivet*, 1(01), 48–56. <https://doi.org/10.47233/rivet.v1i01.228>
- Rossman, L., Woo, H., Tryby, M., Shang, F., Janke, R., & Haxton, T. (2000). EPANET 2.2 User Manual. *U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati*.
- Salim, M. A. (2019). Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air Bersih ( Studi Kasus Kecamatan Bekasi Utara ). In *Skripsi*.
- Santosa, B. (2020). Analisa Optimasi Analisa Optimasi Diameter Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Dengan Menggunakan Software EPANET, LINGO di Jalur Sentul City PDAM Tirta Kahuripan Kabupaten Bogor. *Rekayasa Sipil*, 14(2), 136–142. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2020.014.02.8>
- Siswanto, Hendri, A., & Indriani, W. (2022). Analisis Sistem Jaringan Pipa Distribusi SPAM di Kecamatan Inuman Kabupaten Kuantan Singingi. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sipil*, 1(July), 10–17.
- Sulistia, K. S. J, Sudiro, & Artiyani. A. (2021). Upaya Peningkatan Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum di Zona I Perumda Air Minum Wair Puan Kabupaten Sikka. *Jurnal Enviro 2021*.
- Syah, K. (2022). *Perancangan Sistem Irigasi Perpipaian Pada Perkebunan Kurma Barbate Aceh Besar Menggunakan Software Epanet dan Data Digital Elevation Model*. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Todini, E., Farina, A., Gabriele, A., Gargano, R., & Rossman, L. A. (2022). Comparing alternative PDA solvers with EPANET. *Journal of Hydroinformatics*, 24(3), 697–710. <https://doi.org/10.2166/HYDRO.2022.005>
- Udju, J. I. R. (2014). *Evaluasi jaringan perpipaian distribusi air bersih daerah layanan kamelimabu kecamatan katikutana selatan kabupaten sumba tengah*. 1–92.
- Utama, Y. P. Y., & Ariyadi, R. (2022). Studi Perencanaan Perluasan Spam Jaringan Perpipaian Desa Sambigede, Kecamatan. Binangun, Kabupaten Blitar. *Jurnal Daktilitas*, 2(1), 18–30. <https://doi.org/10.36563/daktilitas.v2i1.502>
- Wahyu Diana, E., Sholichin, M., & Haribowo, R. (2020). Kajian Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih pada PDAM Tirta Barito Kota Buntok. *Jurnal Teknik Pengairan*, 11(1), 8–17. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2020.011.01.02>
- Widyaswara, N. W., & Irianto, D. (2019). Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih di Desa Pandantoyo Kecamatan Ngancar Kabupaten Kediri. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.