

## Evaluasi dan Review Jaringan Utama Sistem Penyediaan Air Minum Kota Denpasar Dengan Memanfaatkan Waduk Sidan

I Gusti Ngurah Hesa Respati Haditama<sup>1\*</sup>, Gede Arya Kurnia Atmaja<sup>2</sup>, I Ketut Nuraga<sup>2</sup>, Komang Agus Ariana<sup>2</sup>, I Gusti Ngurah Putu Dharmayasa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Warmadewa, Denpasar, Indonesia

<sup>2</sup>Universitas Pendidikan Nasional, Denpasar, Indonesia

\*hesa.ngurah@gmail.com

### ARTICLE INFO

Article history:

Received: 05-01-2024

Revised: 20-03-2024

Accepted: 19-04-2024

Available online: 25-05-2024

### ABSTRAK

Kota Denpasar yang merupakan Ibu Kota Provinsi Bali serta wilayah administratif kota yang bertumbuh dengan sangat pesat. Pelayanan air minum pada Kota Denpasar tahun 2023 sebesar 68,29%. Jumlah ini mengakibatkan ketidaksesuaian sebesar 31,71% yang harus dicapai untuk mencapai target yaitu 100%. Pemanfaatan air Waduk Sidan direncanakan akan memenuhi kebutuhan air minum dengan debit 750 lt/dt. Pemanfaatan air baku Waduk Sidan di lakukan dengan mengevaluasi dimensi diameter pipa dimana akan dibandingkan dengan diameter pipa eksisting. Hasil analisis proyeksi penduduk menunjukkan metode Least Square yang memiliki nilai standar deviasi terkecil. Pergantian diameter pipa pada jaringan utama terdapat 22 jaringan yang di ganti diantaranya diameter 100mm, 200mm, 250mm, 300mm, 350mm, 400mm, dan 500mm. Hasil simulasi program WaterNet berwarna hijau menunjukkan bahwa simulasi jaringan utama setelah pergantian diameter pipa tidak ada masalah dan bekerja dengan baik.

**KATA KUNCI:** waduk sidan, jaringan utama, WaterNet

### ABSTRACT

City of Denpasar, which is an administrative area of city, and also functions as capital city of Province of Bali, has so far grown very rapidly. Drinking water services is 2023 will be 68.29%. This number results in an inequality of 31.71% which must be met to achieve target of 100%. water utilization of Sidan Reservoir is planned to meet needs of drinking water with a debit of 750 lt/s. Utilization of Sidan Reservoir raw water is carried out by evaluating dimensions of pipe diameter wich will be compared with existing pipe diameter. results of population projection analysis show that least square method has smallest standard deviation value. are 22 replacement pipe in main network diameter, including diamters of 100mm, 200mm, 250mm, 300mm, 350mm, 400mm, and 500mm. The results of the WaterNet program simulation in green indicate that the main network simulation after the pipe diameter change has no problems and works well.

**KEYWORDS:** sidan reservoir, main network, WaterNet



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

## 1. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang penting bagi kehidupan manusia. Manusia tidak dapat melanjutkan kehidupannya tanpa penyediaan air yang cukup dalam segi kuantitas dan kualitasnya [1]. Penambahan jumlah konsumen yang tidak diikuti dengan peningkatan kapasitas pendistribusian, penyediaan dan pelayanan air bersih, dapat menimbulkan suatu kesulitan dimana air bersih yang tersedia tidak cukup bagi penduduk yang

mebutuhkannya, sehingga para konsumen yang berada jauh di ujung daerah pelayanan pemberian air bersih telah kehilangan kesempatan mendapatkan air bersih [2].

Penyediaan air minum adalah kebutuhan dasar dan hak sosial ekonomi masyarakat yang harus dipenuhi oleh pemerintah pusat dan daerah [3], [4]. Ketersediaan air minum ini menjadi salah satu penentu dalam peningkatan kesehatan, kesejahteraan, dan produktivitas masyarakat dalam bidang ekonomi. Oleh karena itu, penyediaan sarana dan prasarana air minum menjadi salah satu kunci dalam pengembangan ekonomi wilayah.

Pertumbuhan penduduk di Kota Denpasar yang merupakan wilayah administratif kota, dan juga berfungsi sebagai Ibu Kota Provinsi Bali sampai saat ini bertumbuh dengan sangat pesat. Sejalan dengan pertumbuhan penduduk, aktivitas dalam bidang pendidikan, perekonomian, pemerintahan, pariwisata budaya dan lain-lain juga meningkat dengan pesat. Pesatnya pertumbuhan dan perkembangan penduduk Kota Denpasar antara lain meningkatkan kebutuhan pelayanan air minum. Secara nasional tingkat pelayanan air minum pada tahun 2023 sebesar 68,29%. Jumlah ini mengakibatkan ketimpangan sebesar 31,71% yang harus dipenuhi untuk mencapai target 100% [5].

Cakupan pelayanan air minum Kota Denpasar berdasarkan rencana induk sistem penyediaan air minum saat ini baru mencapai 43% sedangkan target MDG's untuk wilayah Bali adalah 68 %. Karena keterbatasan eksisting sistem penyediaan air minum dari PDAM kota Denpasar, maka untuk pemenuhan kebutuhan air minumnya, banyak masyarakat kota Denpasar harus membuat sumur-sumur gali, sumur bor dangkal maupun sumur bor dalam. Kondisi ini sangat rentan terhadap kondisi lingkungan hidup di kota Denpasar [6].

Pemanfaatan sistem penyediaan air minum dengan memanfaatkan air Sungai Ayung dimana berdasarkan laporan Studi Kelayakan SPAM Ayung I 2015 sungai Ayung sendiri merupakan sungai terpanjang di Bali dengan panjangnya sekitar 68,5 km. sungai ini mengalir di sebelah selatan pegunungan yang membatasi Bali Utara dan Bali Selatan serta berhilir di Pantai Padanggalak. Berdasarkan catatan debit yang diukur di stasiun pencatat debit Buangga antara tahun 1973-1986 dapat diketahui bahwa tinggi permukaan air sungai berkisar antara 0,55-0,88 m, dengan debit air berkisar antara 6,6-14,2 m<sup>3</sup>/detik dengan debit rata-rata 8,69 m<sup>3</sup>/detik. Air baku air minum pada Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Ayung diambil dari air baku Waduk Sidan. Lokasi Waduk Sidan terletak di Desa Sidan, Kecamatan Petang Kabupaten Badung dan Desa Buah Kaja, Kecamatan Payangan Kabupaten Gianyar. Waduk Sidan merupakan salah satu waduk yang terdapat di DAS Ayung dengan luas DAS Ayung + 65,92 km<sup>2</sup>. Potensi air baku Waduk Sidan sebesar 1750 lt/dt [7].

Berdasarkan Studi Kelayakan SPAM Ayung I 2015, potensi air baku SPAM Ayung I yang bisa dimanfaatkan di kawasan Sarbagita sebesar 1750 l/dt ini berasal dari Waduk Sidan. Dengan potensi air baku SPAM kota Denpasar mendapat supply air baku sebesar 750lt/dt [7]. Dengan cakupan pelayanan air minum Kota Denpasar saat ini baru mencapai 68,29 % diharapkan air baku Waduk Sidan dapat memenuhi cakupan pelayanan air minum Kota Denpasar beberapa tahun ke depan.

Saat ini PDAM Kota Denpasar menghadapi kendala dalam pelayanan air minum untuk masyarakat Kota Denpasar, antara lain keterbatasan kapasitas sistem yang ada, banyaknya pipa-pipa yang sudah tua melebihi umur teknis atau diatas 20 tahun, tingkat kehilangan air masih diatas 20 %. Untuk meningkatkan kondisi sistem yang ada serta meningkatkan kapasitas sistem, PDAM kota Denpasar menghadapi keterbatasan sumber air baku yang potensial serta keterbatasan ketersediaan dana, baik dana PDAM sendiri maupun dana dari Pemerintah Daerah Kota Denpasar [6].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan Waduk Sidan sebagai sumber penyediaan air minum Kota Denpasar dan dapat meningkatkan cakupan pelayanan air minum Kota Denpasar dengan mengevaluasi dan mereview jaringan utama pada sistem penyediaan air minum. Untuk membantu perhitungan evaluasi dan review jaringan utama sistem penyediaan air minum dibutuhkan program computer yang dapat menghitung perencanaan jaringan pipa dengan kesalahan yang relatif kecil dan proses perhitungan yang cepat. Program yang digunakan untuk penelitian ini yang mendukung perhitungannya adalah program WaterNet.

## 2. METODE

Penelitian yang bersifat ilmiah dilaksanakan secara sistematis, berarti setiap tindakan harus tersusun dengan baik, serta mengacu pada metode yang dipergunakan. Kegiatan tersebut akan menghasilkan analisis yang dipengaruhi oleh tindakan metodologi yang dipergunakan. Metode penelitian yang digunakan meliputi data primer yaitu pengambilan sampel air dan data sekunder yaitu pengukuran di lapangan mencakup pengukuran debit potensial serta energi potensial. Penelitian ini akan mempergunakan metode yang disebut dengan metode kuantitatif.

Metode kuantitatif yakni penelitian ilmiah yang tersistematis yang akan memperhatikan bagian-bagian dari fenomena tersebut serta akan meneliti hubungan diantaranya. Penelitian kuantitatif bertujuan untuk melakukan perkembangan dengan mempergunakan model-model matematis, teori-teori serta bila ada akan mempergunakan

hipotesis yang terkait dengan fenomena alam. Penelitian kuantitatif mempergunakan proses pengukuran sebagai sentral di dalam penelitian dikarenakan diharapkan akan menghasilkan suatu hubungan fundamental diantara penelitian pengamatan empiris dengan ekspresi matematis serta hubungan kuantitatif [8].

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data-data yang akan digunakan dalam simulasi jaringan pipa dan data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer yang dibutuhkan dalam simulasi jaringan air minum Waduk Sidan adalah pengambilan sample air, digunakan untuk mengetahui kualitas air yang akan dijadikan sumber mata air. Data sekunder yang dibutuhkan dalam simulasi jaringan air minum antara lain data penduduk, ketersediaan air, kebutuhan air dan data topografi [9], [10], [11].

Untuk membantu perhitungan perencanaan jaringan pada unit transmisi dibutuhkan program komputer yang dapat menghitung perencanaan jaringan pipa dengan kesalahan relatif kecil dan proses perhitungan yang cepat [12], [13]. Salah satu program yang mendukung perhitungan ini adalah program WaterNet [14].

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Proyeksi Jumlah Penduduk Kota Denpasar

Perhitungan jumlah penduduk Kota Denpasar 20 tahun mendatang menggunakan beberapa metode yakni metode aritmatik, metode geometrik, serta metode Least Square. Merujuk pada standar deviasi terkecil dari beberapa metode tersebut perhitungan yang digunakan metode Least Square. Berikut rincian jumlah penduduk yang mempengaruhi terhadap kebutuhan air domestik yang akan diperhitungkan.

**Tabel 1.** Proyeksi Jumlah Penduduk Kota Denpasar

No	Desa	Tahun 2022	Proyeksi Penduduk (Tahun)				
			2024	2029	2034	2039	2043
1	Denpasar Utara	183.042	184.809	193.737	202.665	211.593	218.736
2	Denpasar Timur	120.140	121.312	127.229	133.146	139.063	143.796
3	Denpasar Selatan	221.463	223.622	234.478	245.334	256.190	264.875
4	Denpasar Barat	184.747	186.550	195.651	204.753	213.854	221.136

#### 3.2 Perhitungan Debit Aliran

Untuk perhitungan debit aliran dihitung dari total produksi air pada hari maksimum di masing-masing desa Kota Denpasar dapat dilihat pada lampiran perhitungan kebutuhan air.

**Tabel 2.** Perhitungan Debit Aliran Kota Denpasar

No	Desa	Satuan	Proyeksi Penduduk (Tahun)					
			2022	2024	2029	2034	2039	2043
1	Denpasar Utara	lt/dt	168,70	170,33	191,32	200,13	236,81	288,00
2	Denpasar Timur	lt/dt	110,73	111,81	125,64	131,48	155,63	189,33
3	Denpasar Selatan	lt/dt	204,12	206,10	231,55	242,27	286,72	348,75
4	Denpasar Barat	lt/dt	170,28	171,94	193,21	202,19	239,34	291,16
Total Keseluruhan			653,82	660,18	741,71	776,07	918,50	1117,25

#### 3.3 Input Data WaterNet

##### a. Node

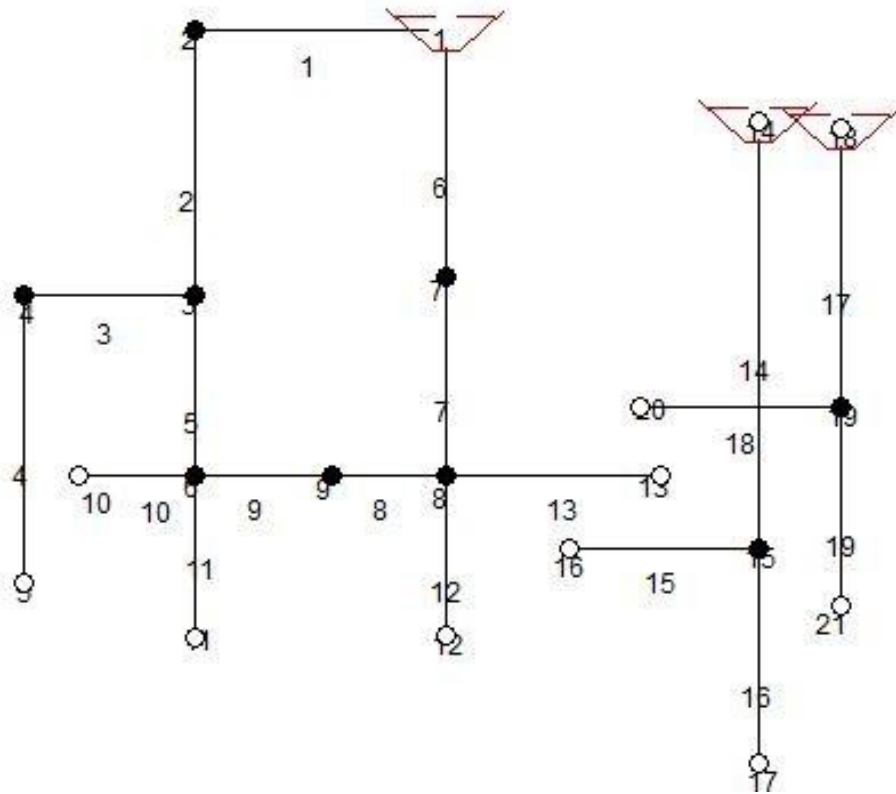
Jumlah node dalam suatu jaringan pada WaterNet dipengaruhi oleh jumlah titik elevasi yang ditinjau. Elevasi masing-masing node yang diinput mengacu padalokasi setiap wilayah yang dapat dilihat pada jalur perpipaan. Perencanaan penempatan node dapat dilihat pada Gambar 1.

##### b. Pipa

Perencanaan pipa pada WaterNet, umumnya data yang diinput adalah panjang pipa dan diameter pipa yang direncanakan.

##### c. Reservoir

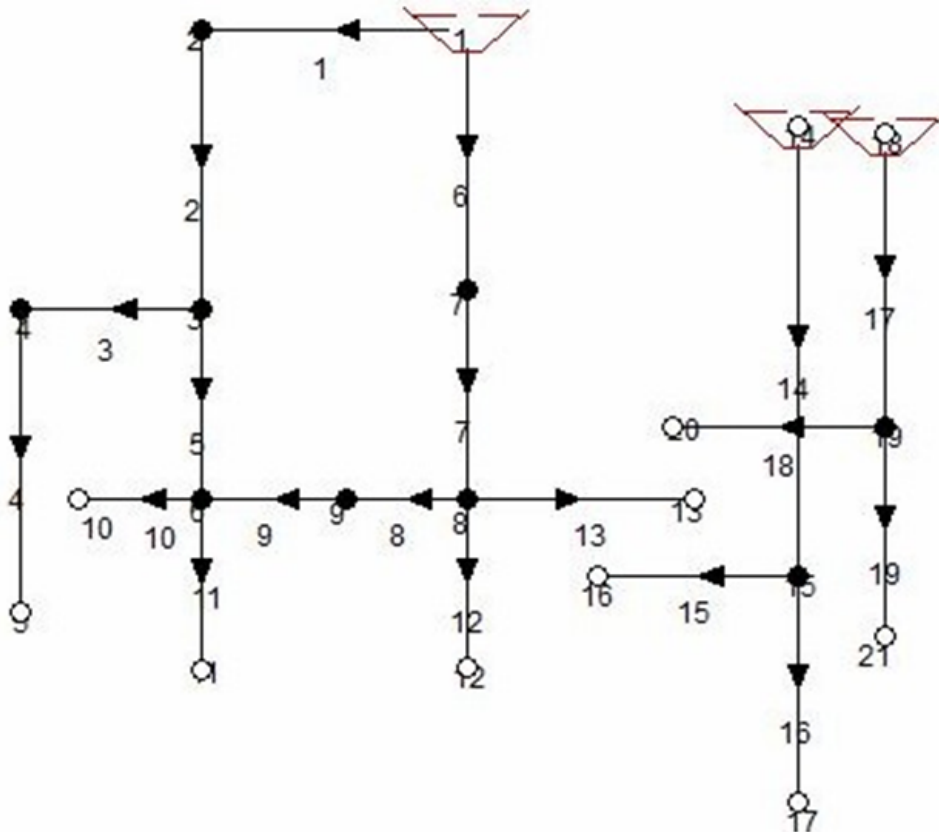
Setelah data node dan pipa selesai diinput, selanjutnya menentukan penempatan reservoir sesuai dengan gambar skema perencanaan jaringan pipa. Untuk reservoir umumnya data yang diinput adalah elevasi dan dimensi tangka.



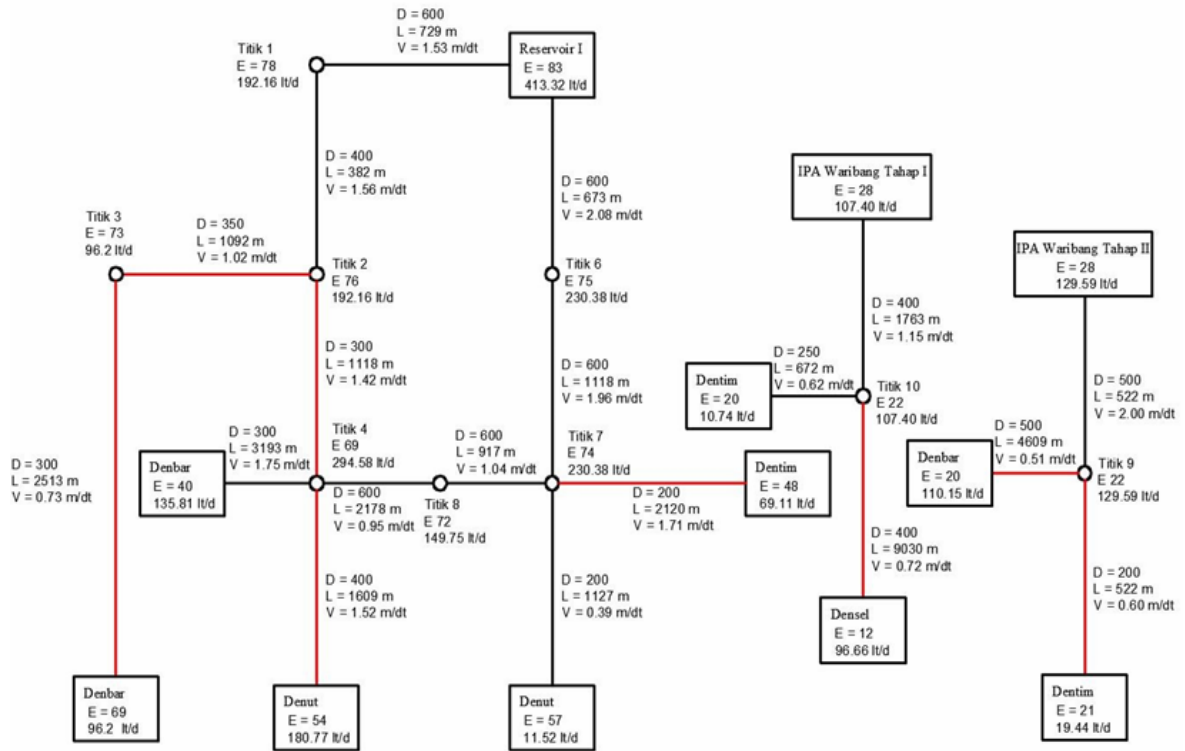
Gambar 1. Node Skema SPAM Kota Denpasar

### 3.4 Hasil Running WaterNet

Hasil running WaterNet disajikan Gambar 2 serta Gambar 3 berikut dengan penjelasannya.



Gambar 2. Arah Aliran SPAM Denpasar



Gambar 3. Skema Aliran SPAM Denpasar

Tabel 3. Evaluasi Pengaliran Jaringan Utama

No	Jaringan Pipa	Diameter (m)	
		Eksisting	Evaluasi
1	Reservoir - Pompa	0,35	0,2
2	Pompa - Titik 1	0,25	0,3
3	Titik 2 - Titik 3	0,25	0,35
4	Titik 3 - Denpasar Barat	0,25	0,4
5	Titik 2 - Titik 4	0,25	0,3
6	Titik 5 - Denpasar Utara	0,3	0,4
7	Titik 7 - Denpasar Timur	0,2	0,3
8	Titik 9 - Denpasar Timur	0,15	0,2
9	Titik 9 - Denpasar Barat	0,4	0,5
10	Titik 10 - Denpasar Selatan	0,3	0,4
11	Mangutama - Titik 3	0,2	0,1
12	Kemuda - Denpasar Timur	0,2	0,1
13	Titik 14 - Denpasar Selatan	0,15	0,3
14	Titik 14 - Denpasar Barat	0,15	0,5
15	E.2 Kecubung - Denpasar Timur	0,35	0,2
16	E.4 - Denpasar Timur	0,35	0,2
17	SB. 6 Panjer - Denpasar Selatan	0,2	0,25
18	SB. Sidakarya - Denpasar Timur	0,15	0,2
19	SB. P. Singkep - Denpasar Selatan	0,2	0,3
20	SB. Badak Agung - Titik 15	0,15	0,2
21	Titik 15 - Denpasar Selatan	0,15	0,2
22	SB. Tukad Badung - Denpasar Selatan	0,15	0,3

Dari hasil evaluasi diameter pipa dan review jaringan utama dengan menggunakan aplikasi WaterNet di tampilkan dengan skema hasil aliran SPAM Denpasar dengan keterangan sebagai berikut:

- : pipa yang dipertahankan
- : pipa yang diganti dari hasil evaluasi

Dalam evaluasi pengaliran jaringan utama terdapat beberapa pipa yang akan diganti diameternya di antaranya pada Tabel 3. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan Waduk Sidan sebagai sumber air

baku untuk Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Kota Denpasar dapat secara signifikan meningkatkan cakupan pelayanan air minum di kota tersebut. Evaluasi dan review jaringan utama sistem penyediaan air minum menggunakan program WaterNet mengidentifikasi kebutuhan untuk penggantian beberapa pipa yang sudah tua dengan diameter yang tidak memadai, serta menilai performa jaringan secara keseluruhan. Hasil running WaterNet menunjukkan bahwa beberapa pipa harus diganti untuk mengoptimalkan distribusi air dan mengurangi kehilangan air. Dengan perencanaan yang tepat, penggantian pipa, dan pemanfaatan potensi air Waduk Sidan, diharapkan cakupan pelayanan air minum di Kota Denpasar dapat memenuhi target yang diharapkan dan meningkatkan kualitas pelayanan kepada masyarakat.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan Waduk Sidan sebagai sumber air baku untuk Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Kota Denpasar memiliki potensi signifikan dalam meningkatkan cakupan pelayanan air minum. Evaluasi dan review jaringan utama menggunakan program WaterNet mengidentifikasi perlunya penggantian beberapa pipa tua yang tidak memadai, serta menilai performa keseluruhan sistem. Hasilnya menunjukkan bahwa perencanaan yang cermat, penggantian pipa yang diperlukan, dan optimalisasi pemanfaatan air Waduk Sidan dapat meningkatkan distribusi air, mengurangi kehilangan air, dan membantu mencapai target cakupan pelayanan air minum yang lebih baik di Kota Denpasar. Pergantian diameter pipa pada jaringan utama terdapat 22 jaringan yang di ganti diantaranya diameter 100mm, 200mm, 250mm, 300mm, 350mm, 400mm, dan 500mm. Hasil simulasi program WaterNet berwarna hijau menunjukkan bahwa simulasi jaringan utama setelah pergantian diameter pipa tidak ada masalah dan bekerja dengan baik. Saran yang dapat diberikan pada evaluasi jaringan adalah kondisi yang ada saat ini disesuaikan dengan hasil evaluasi yang telah dibuat dan perlu dilengkapi dengan perhitungan rencana anggaran biaya pada evaluasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] AAL-layla, A. M., Ahmad, S., & Middlebrooks, J. E. 1980. *Water Supply Engineering Design*. Michigan. Ann-Arbour Science.
- [2] Dama Gala Devara, I. G. N. 2011. *Perencanaan Jaringan Penyediaan Air Minum Desa Sangkan Gunung Kecamatan Sidemen Kabupaten Karangasem*.
- [3] Departemen Pekerjaan Umum. 2007. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.18 Tahun 2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*.
- [4] Indonesia, K. D. N. 2006. *Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 23 Tahun 2006 tentang Pedoman Teknis Dan Tata Cara Pengaturan Tarif Air Minum Pada Perusahaan Daerah Air Minum*. In Jakarta.
- [5] PDAM. 2023. *Laporan Bulanan Bagian Teknik Kota Denpasar*.
- [6] Departemen Pekerjaan Umum. 2014. *Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum (RISPAM) Kota Denpasar*.
- [7] Departemen Pekerjaan Umum. 2015. *Studi Kelayakan SPAM Ayung I*.
- [8] Lesmana. *Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Bantul, 55183*.
- [9] Karya, D. C. 1996. *Kriteria Perencanaan Air Bersih. Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, Jakarta, Indonesia*.
- [10] PUPR. 2000. *Pedoman Teknis Penyediaan Air Bersih Dengan Sistem Pemipaan Dan Sumur Artesis*.
- [11] Sularso & Tahara, H. 2000. *Pompa dan Kompresor*. PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- [12] Triatmadja, R. 2007. *Manual dan dasar teori WaterNet versi 2.1*. PENULIS: Suya Budi
- [13] Triatmadja, Radianta. 2007. *Dasar-Dasar Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum Perpipaan*.
- [14] Triatmadja, Radianta. 2009. *Hidrolika Sistem Jaringan Perpipaan Air Minum*. Beta Offset, Yogyakarta.