

Optimalisasi Sistem Air Bersih di Desa Joanyar Kecamatan Seririt Buleleng

Jerry Antoline Clain¹⁾, I Ketut Adi Atmika^{1,2)*}, I. D. G Ary Subagia^{1,2)},
I Gusti Ketut Sukadana^{1,2)}, I Putu Widiarta^{1,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362

Email: antolinejerry26122002@gmail.com

²⁾Pusat Penelitian dan Material, LPPM-Universitas Udayana, Bali 80232

doi: <https://doi.org/10.24843/METTEK.2023.v09.i02.p05>

Abstrak

Air bersih adalah salah satu jenis sumber daya alam berbasis air yang bermutu baik dan bisa dimanfaatkan manusia untuk dikonsumsi atau keperluan sehari-hari. Kelangkaan air bagi suatu kawasan dampaknya akan mempengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia. Jaringan distribusi memegang peran penting dalam kesejahteraan masyarakat. Desa Joanyar merupakan daerah tinggi yang terletak di Kecamatan Seririt, Kabupaten Buleleng, Bali. Sulitnya mendapat air dikarenakan perbedaan elevasi yang cukup tinggi. Untuk itu perlu adanya optimalisasi jaringan distribusi untuk menghasilkan jaringan distribusi yang optimal. Penelitian ini menggunakan analisis dan pengambilan data langsung berdasarkan survey lapangan. Dalam analisis jaringan distribusi menggunakan *software Autodesk Inventor* untuk mendesain jaringan *existing*, *software EPANET 2.0* untuk melakukan simulasi jaringan pipa dan survey hasil ke lapangan. Hasil dari simulasi menunjukkan beberapa aliran didalam pipa tidak sesuai kriteria dikarenakan perbedaan elevasi yang tinggi. Optimalisasi yang dilakukan dengan menggunakan sistem *zoning*. Sistem *zoning* ini berfungsi sebagai penyimpan energi untuk membantu aliran air dari sumber menuju saluran rumah.

Kata Kunci: air bersih, optimalisasi, elevasi, *zoning*

Abstract

Clean water is a type of water-based natural resource that is of good quality and can be used by humans for consumption or daily needs. Water scarcity for an area will affect various aspects of human life. The distribution network plays an important role in the welfare of society. Joanyar Village is a high area located in Seririt District, Buleleng Regency, Bali. It is difficult to get water due to the high elevation difference. For this reason, it is necessary to optimize the distribution network to produce an optimal distribution network. This research uses analysis and direct data collection based on field surveys. In the distribution network analysis using Autodesk Inventor software to design the existing network, EPANET 2.0 software to simulation pipeline network and survey results to the field. The results of the simulation show that some of the flows in the pipe does not meet the criteria due to the high elevation differences. Optimization is done by using the zoning system. This zoning system functions as an energy store to help the flow of water from the source to the pipeline.

Keywords: clean water, optimization, elevation, zoning

1. PENDAHULUAN

Air bersih adalah salah satu jenis sumber daya alam berbasis air yang bermutu baik dan bisa dimanfaatkan manusia untuk dikonsumsi atau keperluan sehari-hari. Kebutuhan air sangat dirasakan, baik untuk keperluan pertanian, industri, rumah tangga, dan kesehatan. Kelangkaan air bagi suatu kawasan dampaknya akan sangat mempengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia [1]. Hal ini menunjukkan bahwa air bersih sangat penting untuk setiap individu dalam melakukan aktifitas sehari-hari.

Jaringan distribusi memegang peran penting dalam kesejahteraan masyarakat. Jaringan distribusi di Desa Joanyar menggunakan sistem gravitasi dengan *broncaptering* yang berada di desa Bestala yang berjarak 4281 meter dari *reservoir* yang berada di desa Joanyar dan ditambah dengan pompa sebesar 5KW menyala selama 8 jam, maka kebutuhan masyarakat di Desa Joanyar sudah terpenuhi. Tapi adanya daerah yang memiliki elevasi tinggi membuat air tidak sampai ke penduduk dan membuat sistem penggiliran air selama sekali dalam dua hari. Ketinggian rata-rata daerah timur memiliki elevasi 80-100 meter di atas permukaan laut (mdpl) yang merupakan daerah yang tinggi dibandingkan dengan wilayah lain dalam desa Joanyar.

Perencanaan jaringan air bersih bertujuan untuk meningkatkan kondisi dan kualitas pelayanan sarana air bersih bagi penduduk desa Joanyar. Dalam proses pendistribusian air bersih ke daerah yang memiliki elevasi tinggi menyebabkan banyaknya energi yang hilang selama pendistribusian air, sehingga dapat disimpulkan daerah yang memiliki elevasi tinggi tidak mendapatkan air. Maka sebagai solusi dilakukan metode *zoning* di beberapa daerah. Metode *zoning* adalah pemetaan atau pembagian kawasan yang bertujuan memenuhi kebutuhan air di daerah yang memiliki elevasi tinggi dan berfungsi sebagai penyimpanan energi untuk membantu pendistribusian air. Oleh karena itu, dilakukan evaluasi optimalisasi jaringan distribusi air di Desa Joanyar yang meliputi tinjauan diameter pipa distribusi, elevasi, dan kebutuhan air setiap saluran rumah.

2. DASAR TEORI

a. Persamaan Kontinuitas

Persamaan Kontinuitas adalah persamaan yang menggunakan prinsip kekekalan massa yang menyatakan jumlah debit air yang masuk akan sama dengan jumlah debit air yang keluar, atau secara matematis dituliskan dengan persamaan (1) [2]:

$$Q = A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \quad (1)$$

b. Persamaan Bernoulli

Persamaan Bernoulli menjelaskan tentang konservasi energi. Energi pada satu titik ruang tertutup akan sama dengan jumlah energi pada titik aliran yang sama, atau secara matematis dituliskan pada persamaan (2) [3]:

$$Z_1 + \frac{p_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} = Z_2 + \frac{p_2}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} \quad (2)$$

c. Head Loss Hazen-William

Persamaan Hazen-William menyatakan tentang besarnya total energi fluida yang hilang dinyatakan dalam persamaan (3) [4]:

$$H_L = \frac{10,67 Q^{1,852}}{C^{1,852} D^{4,85}} L \quad (3)$$

d. Cara Kerja Epanet 2.2

EPANET 2.2 adalah suatu program berbasis window yang dapat terindegrasi pada pengoperasian; desain, input data, running dan report. Adapun penyajian report dapat

berupa tabel , peta dan grafik sehingga hasil yang didapat dapat lebih optimal dalam penyajiannya.

Fasilitas yang lengkap membuat EPANET menjadi aplikasi yang sangat unggul dalam analisis perpipaan, kemampuan untuk analisis yang tak terbatas dan perkiraan harga kekasaran pipa juga dapat diselesaikan dengan aplikasi ini, perhitungan headloss minor untuk semua aksesoris pipa dan perhitungan Headloss total dengan tiga jenis persamaan Hazen-Williams, Darcy Weisbach, atau Chezy-Manning. Pemodelan aliran untuk setiap pipa juga dapat dikerjakan oleh EPANET 2.2 dan variasi demand dan actual demand dapat diatur untuk setiap node dan nilai tekanan untuk setiap node dapat dihitung dalam satuan meter kolom air.

3. METODE

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada jaringan distribusi air Desa Joanyar, Kecamatan Seririt, Kabupaten Buleleng, Bali

3.2 Tahapan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam melakukan analisa terdiri atas beberapa tahapan, yakni:

a. Tahap Persiapan

Dalam tahapan ini meliputi studi literatur untuk menentukan acuan penelitian serta pengumpulan data primer dan data sekunder

b. Tahap Penelitian

Terdiri dari pembuatan peta jaringan distribusi air lama dengan bantuan *software* Autodesk Inventor Professional 2021, dan pemodelan jaringan perpipaan menggunakan *software* EPANET 2.0

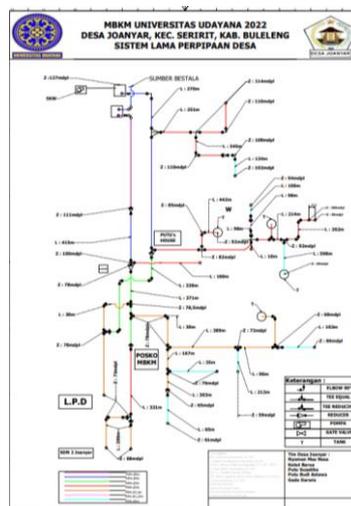
c. Tahap Analisa

Tahap analisa dilakukan dengan melakukan pengecekan debit air di saluran rumah sesuai dengan jalur air di Desa Joanyar dengan bantuan gelas ukur dan *stopwatch*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

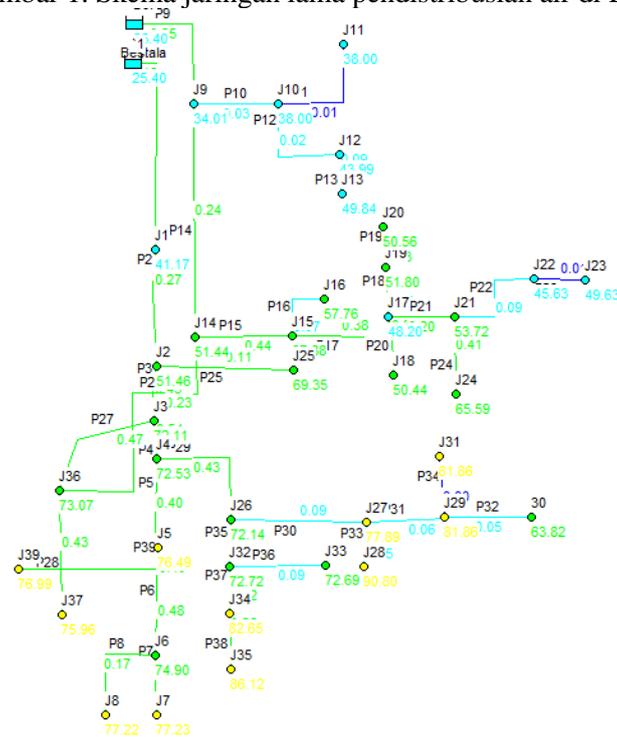
3.1 Analisa Jaringan Lama Distribusi Air Bersih *Existing* menggunakan EPANET 2.0

Simulasi jaringan perpipaan distribusi air bersih *existing* di Desa Joanyar dilakukan dengan *software* EPANET 2.0, dengan berfokus pada jam puncak pada rentang jam 7 – 8



dan pada pukul 17-18. Gambar 1 adalah jaringan Eksisting yang lama dan Gambar 2 adalah jaringan Eksisting Lama setelah di *running*.

Gambar 1. Skema jaringan lama pendistribusian air di Desa Joanyar



Gambar 2. Skema jaringan distribusi dalam EPANET 2.0

Berdasarkan hasil analisa jaringan *existing* pada jam 7, terdapat sebelas *pipe* yang kecepataannya dibawah kriteria pipa distribusi dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.18/PRT/M/2007 [5], yakni sebesar 0.3 m/s dimana *pipe* yang dimaksud dapat dilihat di Tabel 1.

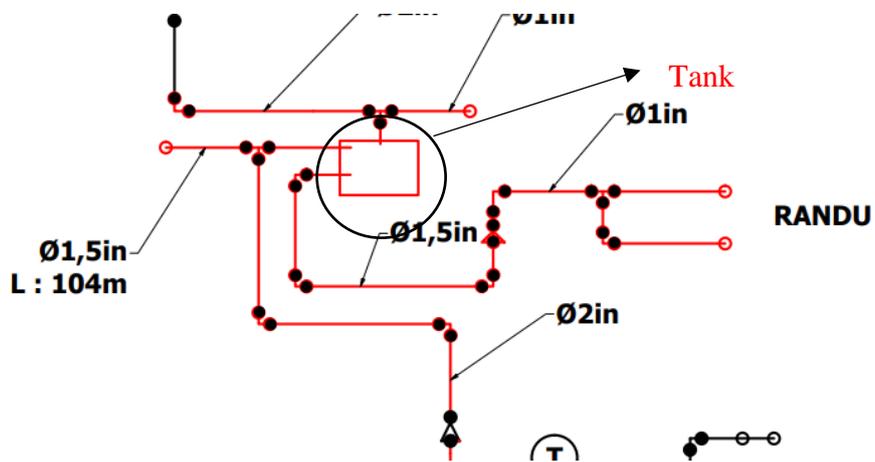
Tabel 1. Daftar *pipe* yang kecepataannya dibawah kriteria nilai kecepatan

No	Pipe	Velocity(m/s)
1	P10	0.03
2	P11	0.01
3	P12	0.02
4	P13	0.09
5	P16	0.07
6	P22	0.09
7	P23	0.01
8	P30	0.09
9	P31	0.06
10	P32	0.05
11	P36	0.09

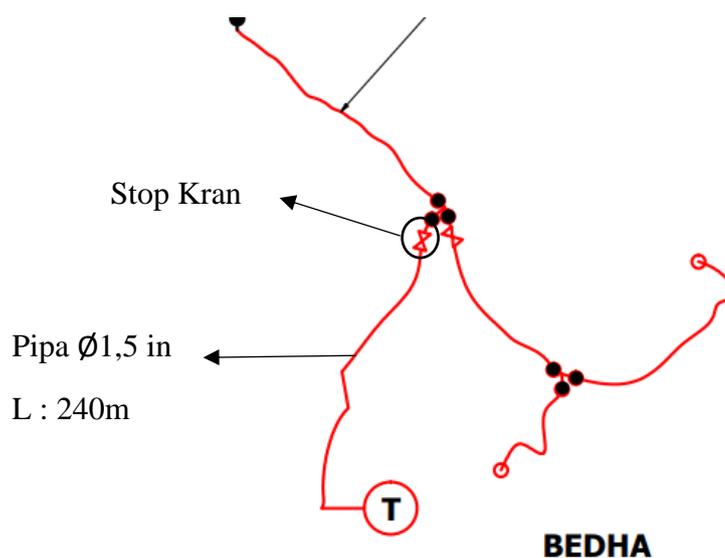
Berdasarkan Tabel 1 di atas, rendahnya kecepatan aliran pada pipa-pipa tersebut disebabkan oleh elevasi yang tinggi dan diameter pipa yang ukurannya terlalu besar dibandingkan besar debit aliran didalam pipa.

3.2 Optimalisasi Perbaikan Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih *Existing*

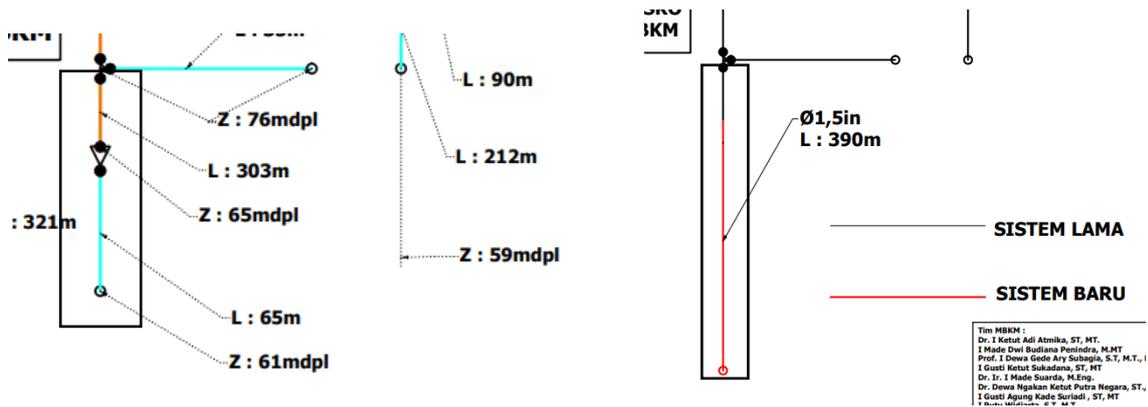
Optimalisasi yang dilakukan adalah dengan menggunakan sistem *zoning* di jalur randu dan jalur bedha. Sistem *zoning* yang digunakan di jalur randu dengan menambahkan tank sebesar 3.300 liter sebanyak 4 buah yang digunakan untuk membantu pengaliran air di daerah randu seperti yang ditunjukkan Gambar 3. Kemudian untuk *zoning* di jalur bedha menggunakan tank sebesar 3.600 liter, penambahan pipa diameter 1,5 inci sepanjang 240 meter dan penambahan stop kran sebanyak 2 buah seperti Gambar 4. Dengan adanya sistem *zoning* ini membantu pengaliran air dari sumber ke saluran rumah karena adanya penyimpanan energi di tanki sebelum di alirkan. Selanjutnya perubahan ukuran diameter dari 1,5 inci menjadi 3 inci pada Gambar 5. Gambar 6 merupakan kondisi sistem jaringan setelah di optimalisasi.



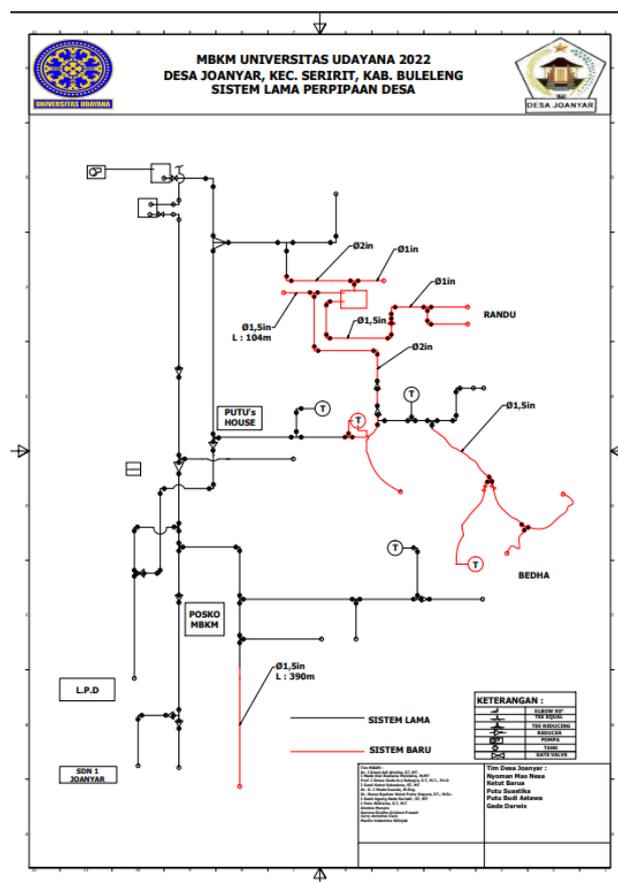
Gambar 3. Zoning jalur randu



Gambar 4. Zoning jalur bedha



Gambar 5. Perubahan ukuran diameter pipa



Gambar 6. Skema jaringan baru pendistribusian air di Desa Joanyar

3.3 Analisa Optimalisasi Jaringan Eksisting

Analisa jaringan eksisting yang terbaru dilakukan dengan mendata secara langsung ke saluran rumah dan menghitung manual debit air dengan bantuan gelas ukur dan stopwatch. Pengambilan ukuran debit air di lakukan secara bergantian sesuai jalur air.

No	Nama Pemakai	Kode Wilayah	Jdi Meteran		Jumlah KK	Debit Air (L/s)	Pengeboran		Keterangan
			Layak	Tidak			Ya	Tidak	
1	Komang Artana	Labak			1	0.088	✓		Meteran belum terpasang
2	Kadik Artana	Labak			1	0.160	✓		Meteran belum terpasang
3	Gede Sudana	Labak			2	0.112	✓		Meteran belum terpasang
4	Nyoman Salsua	Labak			✓		✓		Meteran dan Kran belum terpasang
5	Lokartini	Mundak	✓		1	0.111	✓		
6	Komang Imiti	Mundak	✓		1	0.107	✓		
7	Made Sagasta		✓		1	0.087	✓		
8	Made Wirath		✓	✓	1		✓		
9	Kadik Rohet		✓		1	0.149	✓		
10	Nyoman Astawa		✓		1	0.143	✓		
11	Kadik Tama		✓	✓	1	0.167	✓		Meteran belum terpasang
12	Made Widana		✓		1	0.176	✓		Meteran belum terpasang
13	Kadik Sasrawan		✓		1	0.238	✓		
14	Kadik Karana		✓		1	0.161	✓		
15	Patu Gece		✓		1	0.189	✓		
16	Kadik Artana		✓		1	0.175	✓		
17	Kadik Budwan		✓		1	0.172	✓		
18	Luh Mita		✓		1	0.114	✓		
19	Jani Ardana		✓		1	0.204	✓		
20	Wayan Tama		✓		1	0.012	✓		
21	Kadik Mawita		✓		1	0.068	✓		
22	Patu Suparna		✓		1	0.035	✓		
23	Made Swirana		✓		1	0.065	✓		
24	Menni Manuka		✓		1	0.112	✓		
25	Komang Gede		✓		1	0.172	✓		
26	Lulu		✓		1		✓		Tidak berpengaruh
27	Komang Ming		✓		1		✓		Tidak berpengaruh
28	Kadik Sudana		✓		1	0.123	✓		Meteran belum terpasang
29	Kadik Sudarta		✓		1	0.172	✓		Meteran belum terpasang
30	Gede Van Mawrayana		✓		1	0.176	✓		Meteran belum terpasang
31	Ambawa		✓		3	0.170	✓		Meteran belum terpasang
32	Nyoman Astawa		✓		✓		✓		Meteran belum terpasang
33	Patu Irena Astawa		✓		✓		✓		Meteran belum terpasang
34	Nyoman Sastra		✓		1	0.313	✓		Meteran belum terpasang
35	Gede Mandra		✓		1	0.169	✓		
36	Made Yawika		✓		1	0.196	✓		
37	Gede Arya		✓		1	0.115	✓		
38	Made Arrika		✓		1	0.156	✓		

Gambar 7. Debit aliran air di Desa Joanyar

Berdasarkan Gambar 7 menunjukkan bahwa daerah yang sebelumnya tidak pernah mendapatkan air setelah dilakukan sistem *zoning* daerah tersebut mendapatkan air.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan, hasil dari optimalisasi jaringan distribusi air di Desa Joanyar, Kecamatan Seririt, Kabupaten Buleleng menunjukkan beberapa daerah yang sebelumnya tidak mendapatkan air kini telah mendapatkan air yang layak. Namun yang masih menjadi kendala adalah sistem penggiliran air. Sistem penggiliran air tidak bisa diatasi karena debit dari sumber dan pompa tidak mencukupi untuk mengalir pipa selama 24 jam. Oleh karena itu optimalisasi yang dapat dilakukan dengan menggabungkan sumber air bestalah dan bor dan pemasangan stop kran agar air mengalir ke daerah *zoning* terlebih dahulu sebelum dialirkan ke saluran rumah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilaksanakan atas biaya Pusat Penelitian dan Material, LPPM-Universitas Udayana Tahun 2022. Terima kasih Universitas Udayana atas pendanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Salilama, D. Ahmad, N. F. Madjowa, S. Tinggi, I. Administrasi, and B. Taruna, "ANALISIS KEBUTUHAN AIR BERSIH (PDAM) DI WILAYAH KOTA GORONTALO Sekolah Tinggi Ilmu Administrasi Bina Taruna Gorontalo," vol. 6, no. 2, pp. 102–114, 2018.
- [2] M. Ibrahim, A. Masrevaniah, and V. Dermawan, "Analisa Hidrolis Pada Komponen Sistem Distribusi Air," vol. 8, 2011.
- [3] A. D. Sultan, R. Rizky, H. Hidayat, S. Mulyani, and W. A. Yusuf, "Analysis of the Effect of Cross-sectional Area on Water Flow Velocity by Using Venturimeter Tubes," *J. Pendidik. Fis.*, vol. 8, no. 1, pp. 94–99, 2020, doi: 10.26618/jpf.v8i1.3199.
- [4] W. Dan and R. Manning, "PERHITUNGAN DEBIT PADA SISTEM JARINGAN PIPA DENGAN METODA HARDY-CROSS MENGGUNAKAN RUMUS HASEN-

- ,” vol. 5, no. April, 2009.
- [5] Pekerjaan Umum (Public Works), “Penyelenggaraan pengembangan sistem penyediaan air minum,” 2007, [Online]. Available: ciptakarya.pu.go.id/dok/hukum/permen/permen_18_2007.pdf
- [6] R. Ratnanik and S. Supratikno, “Optimalisasi Distribusi Jaringan Air Bersih PDAM Klaten Wilayah Utara dengan Program Waternet,” *J. Tek. Sipil ITP*, vol. 6, no. 1, pp. 8–16, 2019, doi: 10.21063/jts.2019.v601.02.
- [7] D. SUSANTO, “Analisa Distribusi Air pada Pipa Jaringan Distribusi di Sub-Zone Sondakan PDAM Kota Surakarta dengan Simultaneous Loop Equation Method,” *Surakarta Univ. Sebel. Maret*, 2021.
- [8] E. Wahyu Diana, M. Sholichin, and R. Haribowo, “Kajian Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih pada PDAM Tirta Barito Kota Buntok,” *J. Tek. Pengair.*, vol. 11, no. 1, pp. 8–17, 2020, doi: 10.21776/ub.pengairan.2020.011.01.02.
- [9] M. H. D. Barang and S. K. Saptomo, “Analisis Kualitas Air pada Jalur Distribusi Air Bersih di Gedung Baru Fakultas Ekonomi dan Manajemen Institut Pertanian Bogor,” *J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 4, no. 1, pp. 13–24, 2019, doi: 10.29244/jsil.4.1.13-24.
- [10] M. Rizki Haqiqi As’at, “PERENCANAAN SISTEM TRANSMISI DAN DISTRIBUSI AIR MINUM SUMBER MATA AIR WAE DECER KABUPATEN MANGGARAI MENGGUNAKAN PROGRAM EPANET 2.0,” *Carbohydr. Polym.*, vol. 6, no. 1, pp. 5–10, 2019.