

Evaluasi Jaringan Sistem Pipa Gua Pulejajar Menggunakan EPANET 2.2: Solusi Irigasi Berkelanjutan di Kawasan Karst Gunungkidul

Muchamad Arif Budiyanto^{1*}, Ratih Nurmala Saridewi¹, Afnan Juli Arochma¹

¹*Universitas Cokroaminoto Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia*

arifbudiyanto.sipil@gmail.com*

| Received: 25/04/2026 | Revised: 24/06/2026 | Accepted: 29/06/2026 |

Copyright©2026 by authors. Authors agree that this article remains permanently open access under the terms of the Creative Commons

Abstrak

Kawasan karst Gunungkidul memiliki karakteristik geologi yang menyebabkan air hujan cepat meresap ke dalam tanah sehingga ketersediaan air permukaan menjadi terbatas. Gua Pulejajar di Desa Jepitu, Kecamatan Girisubo, Kabupaten Gunungkidul merupakan salah satu sumber air bawah tanah yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan irigasi lahan pertanian seluas 200 hektar. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja hidrolis jaringan distribusi air Gua Pulejajar serta menentukan dimensi pipa yang optimal menggunakan aplikasi EPANET 2.2. Data yang digunakan meliputi peta jaringan distribusi eksisting, data dimensi dan karakteristik pipa HDPE, data elevasi, serta kebutuhan air irigasi sebesar 1,45 liter/detik/hektar. Analisis dilakukan melalui simulasi jaringan distribusi untuk mengetahui debit, kecepatan aliran, tekanan, dan kebutuhan optimasi jaringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total ketersediaan air dari Gua Pulejajar mencapai 2.738,98 liter/detik, sedangkan kebutuhan air irigasi sebesar 1.031,95 liter/detik, sehingga terdapat surplus air sebesar 1.707,03 liter/detik atau 165,41% dari kebutuhan. Meskipun demikian, evaluasi jaringan eksisting menunjukkan adanya beberapa ruas pipa yang tidak memenuhi kriteria hidrolis pipa HDPE. Pada Pipa Puncung 1, kecepatan aliran mencapai 9,03 m/detik, melebihi batas maksimum yang direkomendasikan yaitu 3,0 m/detik. Melalui optimasi dimensi pipa, diameter Pipa Puncung 1 ditingkatkan dari 90 mm menjadi 200 mm sehingga kecepatan aliran menurun menjadi 1,83 m/detik dan memenuhi standar yang dipersyaratkan. Hasil simulasi juga menunjukkan bahwa penyesuaian diameter pada beberapa ruas pipa lainnya mampu meningkatkan efisiensi distribusi air dan mengurangi risiko kerusakan infrastruktur. Dengan demikian, EPANET 2.2 terbukti efektif sebagai alat evaluasi dan perencanaan jaringan distribusi air untuk mendukung keberlanjutan sistem irigasi di kawasan karst Gunungkidul.

Kata kunci : EPANET 2.2, Jaringan Distribusi Air, Irigasi, Kawasan Karst, Optimasi Pipa.

Abstrak

The karst region of Gunungkidul Regency is characterized by highly permeable limestone formations that cause rainwater to rapidly infiltrate into the ground, resulting in limited surface water availability. Pulejajar Cave, located in Jepitu Village, Girisubo District, Gunungkidul Regency, serves as an important groundwater source utilized to irrigate approximately 200 hectares of agricultural land. This study aims to evaluate the hydraulic performance of the Pulejajar Cave water distribution network and determine the optimal pipe dimensions using EPANET 2.2. The data employed in this study include the existing distribution network map, pipe dimensions and characteristics, elevation data, and irrigation water demand of 1.45 L/s/ha. Hydraulic simulations were conducted to analyze flow rate, velocity, pressure, and network optimization requirements. The results indicate that the total water supply from Pulejajar Cave reaches 2,738.98 L/s, while the total irrigation water demand is 1,031.95 L/s, resulting in a surplus of 1,707.03 L/s or 165.41% above the required demand. Despite this substantial water availability, the evaluation of the existing network revealed several pipe sections that did not satisfy the hydraulic criteria for HDPE pipes. In particular, Pipe Puncung 1 exhibited a flow velocity of 9.03 m/s, significantly exceeding the recommended maximum limit of 3.0 m/s. Through pipe dimension optimization, the diameter of Pipe Puncung 1 was increased from 90 mm to 200 mm, successfully reducing the flow velocity to 1.83 m/s, which complies with the recommended design standards. Further optimization of other critical pipe segments also improved hydraulic performance, enhanced distribution efficiency, and minimized the risk of infrastructure deterioration. Therefore, EPANET 2.2 proved to be an effective tool for evaluating and optimizing water distribution networks, supporting the sustainability of irrigation systems in the karst region of Gunungkidul.

Keywords: EPANET 2.2, water distribution network, irrigation, karst area, pipe optimization

Pendahuluan

Kabupaten Gunungkidul merupakan wilayah *karst*, yang ditandai dengan banyaknya Gua dan sungai bawah tanah (Saridewi et al., 2025). Kondisi ini menyebabkan air hujan cepat meresap ke dalam tanah, membentuk aliran air di dalam Gua. Sumber air dari Gua menjadi alternatif penting karena sulitnya menemukan sumber air permukaan yang stabil di wilayah ini (J. Nugroho et al., 2020). Pemanfaatan sumber air dari Gua melalui sistem perpipaan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat secara berkelanjutan (Dwiwana et al., 19 C.E.).

Gua Pulejajar di Desa Jepitu menjadi salah satu tumpuan utama untuk memenuhi kebutuhan irigasi lahan pertanian seluas 200 hektar. Tantangan utama dalam pemanfaatan air bawah tanah ini adalah sistem pengangkatan dan pendistribusian yang memerlukan infrastruktur perpipaan yang andal (Priyanto, Suripin, et al., 2021). Pengangkatan air di Gua Pulejajar merupakan hasil dari inisiatif masyarakat setempat, yang didukung oleh komunitas peduli lingkungan seperti Komunitas Merangkul Bumi (KOMBI), *Acintyacunyata Speleological Club* (ASC) Yogyakarta dan Komunitas lainnya.

Evaluasi terhadap jaringan perpipaan eksisting sangat krusial untuk memastikan bahwa air tersalurkan dengan tekanan dan kecepatan yang sesuai standar. Kecepatan aliran yang terlalu tinggi dapat memicu fenomena water hammer dan keausan dini pada pipa HDPE (*High Density Polyethylene*), sedangkan kecepatan yang terlalu rendah memicu pengendapan sedimen. Untuk mengatasi kompleksitas tersebut, penggunaan perangkat lunak simulasi hidrolis seperti EPANET telah menjadi standar dalam mengevaluasi dan merencanakan jaringan distribusi air bertekanan. EPANET memungkinkan analisis mendalam terhadap parameter tekanan, kecepatan aliran, dan kehilangan energi (*headloss*) untuk memastikan sistem bekerja efisien dan memenuhi kriteria teknis yang ditetapkan pemerintah (S. Nugroho et al., 2018). Namun, tantangan penyediaan air menjadi jauh lebih kompleks ketika berhadapan dengan wilayah karst, seperti yang terdapat di Kabupaten Gunung Kidul.

Keberhasilan sistem distribusi air di wilayah ini sangat bergantung pada pemahaman terhadap daerah tangkapan air (*catchment area*) dan neraca air untuk menentukan potensi debit mata air secara berkelanjutan (Widyastuti et al., 2019). Di sisi lain, masyarakat lokal telah mengembangkan berbagai strategi adaptasi, mulai dari pembangunan bak Penampungan Air Hujan (PAH), sistem pertanian tumpang sari, hingga penggunaan kearifan lokal berupa mitos untuk melindungi kesakralan sumber air (J. Nugroho et al., 2020).

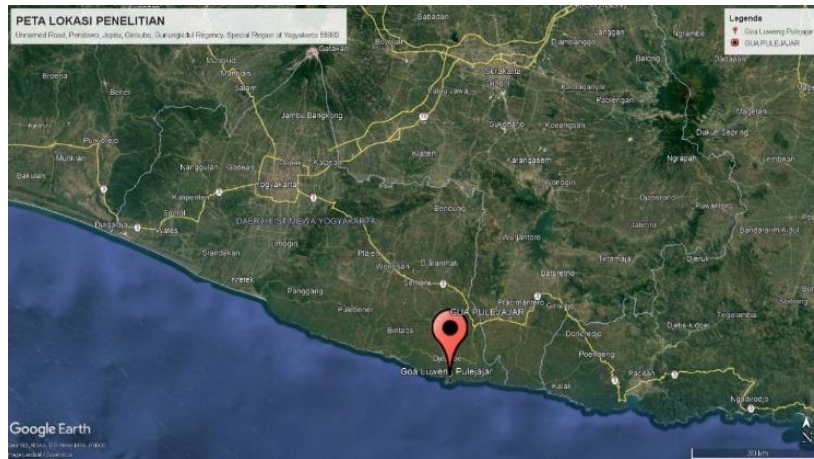
Meskipun pemodelan teknis dan studi hidrologi karst telah banyak dilakukan, hasil analisis neraca air daerah tangkapan dengan desain distribusi perpipaan yang juga mempertimbangkan pola adaptasi dan kearifan lokal masyarakat (Widyastuti et al., 2019). Sering kali terdapat diskrepansi antara model simulasi dengan kondisi tekanan di lapangan akibat faktor umur pipa dan kebocoran yang belum teridentifikasi secara akurat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mensimulasikan kondisi hidrolis jaringan guna memberikan solusi teknis terhadap permasalahan distribusi air di Gua Pulejajar guna memberikan solusi penyediaan air yang tidak hanya unggul secara teknis melalui simulasi EPANET 2.2, tetapi juga selaras dengan karakteristik geologis karst dan keberlanjutan sosial masyarakat setempat.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Desa Jepitu, Kecamatan Girisubo, Kabupaten Gunungkidul. Data primer meliputi pemetaan jaringan existing menggunakan QGIS, dimensi pipa di lapangan, dan karakteristik material pipa. Data sekunder mencakup kebutuhan air irigasi sebesar 1,45 liter/detik/hektar berdasarkan studi literatur pada kawasan regional. Simulasi dilakukan dengan EPANET 2.2 dengan koefisien kekasaran Hazen-Williams sebesar 140 untuk pipa HDPE. Batas kecepatan aliran yang ditetapkan sebagai acuan adalah 0,3 m/dtk hingga 3,0 m/dtk.

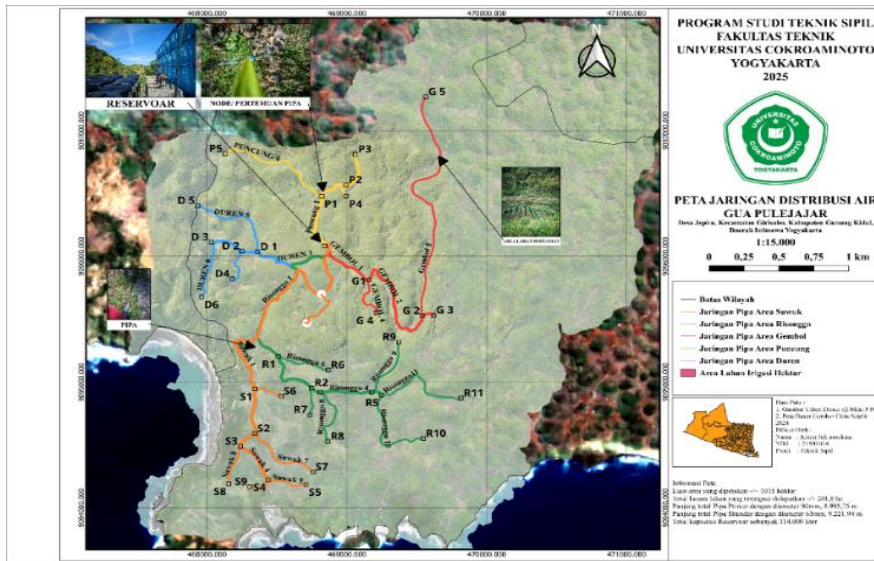
Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Desa Jepitu, Kecamatan Girisubo, Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1 sebagai berikut.



Sumber: Google Earth Pro, 2025
 Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Pengumpulan Data

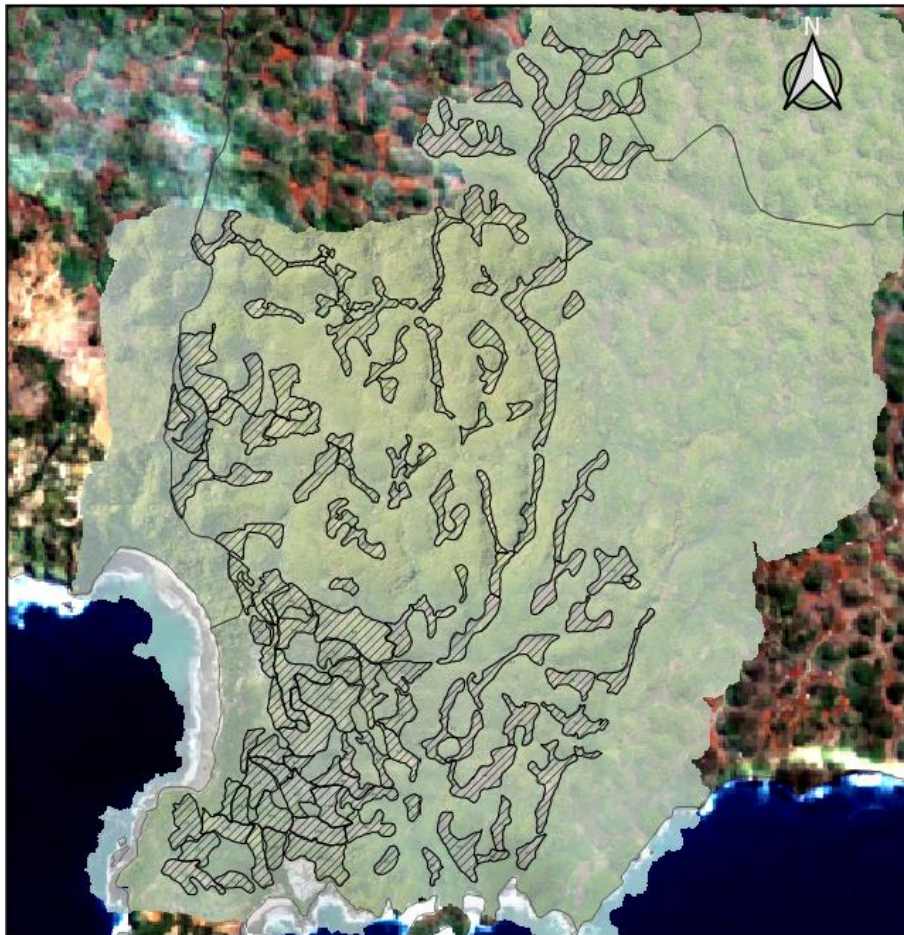


Sumber : QGIS, 2025

Gambar 2. Peta Eksisting Jaringan Distribusi Air Gua Pulejajar

Data Kebutuhan Air Irigasi

Berdasarkan lokasi dan karakteristik tanahnya, Desa Jepitu di Kecamatan Girisubo, serta Daerah Irigasi Duwet, keduanya masih termasuk dalam wilayah Kabupaten Gunungkidul. Untuk memenuhi kebutuhan irigasi di Desa Jepitu, Kecamatan Girisubo, Kabupaten Gunungkidul, diketahui bahwa diperlukan 1,45 liter/detik/hektar. Area yang teririgasi dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Peta Area Yang Dilayani

Setelah diketahui besaran luasan lahan yang teririgasi kemudian dapat diketahui jumlah air yang dibutuhkan pada setiap area (Pusdik SDA dan Konstruksi, 2017).

Karakteristik Pipa

Pipa yang digunakan yaitu pipa HDPE (*High Density Polyethylene*), yaitu jenis pipa plastik yang terbuat dari bahan *polyethylene* dengan densitas tinggi. Pipa ini banyak digunakan untuk berbagai aplikasi, terutama dalam sistem perpipaan air bersih dan air limbah, serta sebagai pelindung kabel. Pipa HDPE dikenal karena kekuatan, fleksibilitas, dan ketahanannya terhadap berbagai kondisi lingkungan (Addien & Hendrasari, 2024). Karakteristik pipa HDPE:

- 1) Kecepatan aliran pada pipa HDPE (*High Density Polyethylene*) maksimum(V) = 3,0 m/detik. Apabila kecepatan aliran pipa HDPE > 3,0 m/detik maka akan mengakibatkan keausan pada pipa.
- 2) Kecepatan aliran pada pipa HDPE (*High Density Polyethylene*) minimum (v) = 0,3 m/detik. Apabila kecepatan aliran pada pipa HDPE < 0,3 m/detik maka akan mengakibatkan endapan pada dinding pipa.
- 3) Tekanan kerja pada HDPE (*High Density Polyethylene*) = 8 - 10 ATM (80-100 MKA) dengan CHW (Koefisien Hazen William) = 140 (Kekasaran Pipa). Namun apabila tekanan kerja pada pipa HDPE > 8- 10 ATM (80-100 MKA) maka akan memperbesar kekasaran pipa pada CHW (Koefisien Hazen William) >140 maka mengakibatkan besarnya Headloss pada pipa,

sedangkan untuk tekanan minimal pada pipa sebesar 10 MKA. Koefisien ini berdasarkan tabel kekasaran pipa baru, yang dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. *Roughness Coefficients for New Pipe*

<i>Material</i>	Hazen- Williams C (unitless)	–	Darcy- Weisbach (feet x 10 ⁻³) 3)	Manning's n (unitless)	–
<i>Cast Iron</i>	130	–	0.85	0.012	–
	140			0.015	
<i>Concrete or Concrete Lined</i>	120	–	1.0 - 10	0.012	–
	140			0.017	
<i>Galvanized Iron</i>	120		0.5	0.015	–
				0.017	
<i>Plastic</i>	140	–	0.005	0.011	–
	150			0.015	
<i>Steel</i>	140	–	0.15	0.015	–
	150			0.017	
<i>Vitrified Clay</i>	110			0.013–	
				0.015	

Sumber : (Rossman 2000)

EPANET 2.2

Pemodelan jaringan distribusi air dilakukan dengan menggunakan peta lokasi penelitian sebagai dasar penyusunan simulasi jaringan distribusi dari sumber mata air. Selain itu, diperlukan data elevasi yang menunjukkan ketinggian suatu titik terhadap titik acuan tertentu. Nilai elevasi diperoleh melalui aplikasi Google Earth dan digunakan untuk menentukan posisi serta panjang antar titik pada jaringan. Tahap berikutnya adalah memasukkan data komponen jaringan, meliputi junction, reservoir, dan pipa. Pipa berfungsi sebagai media penghubung antar titik dalam sistem distribusi air. Dalam aplikasi EPANET 2.2, pipa diasumsikan selalu terisi penuh air selama operasi berlangsung. Aliran air di dalam pipa bergerak dari lokasi dengan elevasi lebih tinggi menuju lokasi dengan elevasi lebih rendah. Setiap pipa memiliki titik penghubung atau batas yang disebut node. Setelah seluruh data dimasukkan, dilakukan penggambaran dan penyusunan model jaringan distribusi air yang merepresentasikan kondisi sistem distribusi mata air di lapangan.

Dari hasil pemodelan sistem distribusi air menggunakan EPANET 2.2, dihasilkan peta jaringan distribusi air yang berasal dari mata air. Peta tersebut menggambarkan posisi mata air, jaringan pipa, serta titik pelayanan (Talanipa et al., 2022).

Hasil dan Pembahasan

Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air

Berdasarkan hasil simulasi, total pasokan air dari sumber Gua Pulejajar mencapai 2.738,98 liter/detik. Sementara itu, total kebutuhan air untuk area irigasi yang dilayani adalah 1.031,95 liter/detik. Analisis ini menunjukkan adanya surplus sebesar 1.707,03 liter/detik atau 165,41% dari total kebutuhan. Hal ini mengindikasikan bahwa secara kuantitas, sumber air Gua Pulejajar sangat mumpuni untuk pengembangan lahan pertanian lebih lanjut di masa depan.

Evaluasi Kinerja Hidrolis Jaringan Eksisting

Setelah berhasil di *Running*, didapatkan data yang ditunjukkan pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. *Network Table – Links*

<i>Node ID</i>	<i>Demand</i>	<i>Pressure</i>
	liter/detik	m
<i>Junc P1</i>	24,07	-332,78
<i>Junc P2</i>	9,33	-351,91
<i>Junc P3</i>	6,83	-386,57
<i>Junc P4</i>	2,5	-350,68
<i>Junc P5</i>	14,74	-365,95
<i>Junc G1</i>	55	-2237,15
<i>Junc G2</i>	51,6	-4046,16
<i>Junc G3</i>	10,35	-4069,31
<i>Junc G4</i>	3,4	-2227,5
<i>Junc G5</i>	41,25	-8455,49
<i>Junc D1</i>	36,64	-1344,19
<i>Junc D2</i>	23,46	-1424,9
<i>Junc D3</i>	10,29	-1453,41
<i>Junc D4</i>	7,51	-1438,48
<i>Junc D5</i>	13,18	-1563,67
<i>Junc D6</i>	10,29	-1506,39
<i>Junc R1</i>	75,38	-25856,9

<i>Node ID</i>	<i>Demand</i>	<i>Pressure</i>
	liter/detik	m
<i>Junc R2</i>	60,31	-30868,22
<i>Junc R3</i>	51,76	-31312,47
<i>Junc R4</i>	43,21	-32389,85
<i>Junc R5</i>	36,2	-32486,23
<i>Junc R6</i>	15,07	-25999,14
<i>Junc R7</i>	12,93	-30917,05
<i>Junc R9</i>	7,01	-32439,13
<i>Junc R8</i>	8,55	-31336,79
<i>Junc R10</i>	27,6	-33235,23
<i>Junc R11</i>	8,59	-33425,39
<i>Junc S1</i>	70,13	-28373,42
<i>Junc S6</i>	15,7	-28455,58
<i>Junc S2</i>	54,43	-30530,12
<i>Junc S3</i>	43,59	-30902,69
<i>Junc S8</i>	18,5	-31019,35
<i>Junc S9</i>	7,56	-31069,15
<i>Junc S4</i>	25,09	-31063,17
<i>Junc S5</i>	17,53	-31083,7
<i>Junc S7</i>	10,84	-30523,5
<i>Junc S10</i>	85,83	-10137,11
<i>Junc S11</i>	15,7	-10268,33
Total Demand	1.031,95	LPS

Sumber : EPANET 2.2 (2025)

Tabel 2 menunjukkan bahwa kecepatan aliran pada pipa distribusi air Gua Pulejajar masih melebihi standar yang telah ditetapkan. Berdasarkan karakteristik pipa HDPE (*High Density Polyethylene*), kecepatan aliran yang diizinkan idealnya berada dalam rentang 0,3 m/detik hingga 3,0 m/detik.

Optimasi Dimensi Pipa

Untuk menentukan dimensi pipa yang optimal, diperlukan data debit aliran dan kecepatan air yang diinginkan dalam pipa. Sebagai contoh, diambil sampel pada Pipa Puncung 1 dengan diketahui debit aliran sebesar 57,47 liter/detik.

$$Q = (57,47 \text{ liter/detik} = 0,05747 \text{ m}^3/\text{detik})$$

$$V = 2 \text{ m/detik}$$

$$A = \frac{0,05747 \text{ m}^3/\text{detik}}{2 \text{ m/detik}} = 0,028735 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0,028735 \text{ m}^2}{\pi}} = 0,1912760788 \text{ m} = 191,2760788 \text{ mm}$$

Mengingat standar kecepatan yang diizinkan untuk pipa HDPE adalah antara 0,3 m/detik hingga 3,0 m/detik, diasumsikan kecepatan yang diinginkan adalah 2 m/detik. Dengan menggunakan asumsi kecepatan ini, hasil perhitungan menunjukkan diameter pipa yang dibutuhkan sebesar 191,28 mm. Ukuran pipa standar yang paling mendekati nilai tersebut adalah 200 mm atau 8" inci.

Setelah mendapatkan dimensi pipa yang paling ideal ini, data tersebut selanjutnya dapat diinput ke program EPANET 2.2 pada Pipa Puncung 1 untuk dilakukan simulasi ulang. Input data Pipa Puncung 1 dan hasil simulasi (*running*) dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut.

*Pipe ID	Puncung1
*Start Node	Reservoir
*End Node	P1
Description	
Tag	
*Length	486.29
*Diameter	200

Sumber : EPANET 2.2 (2025)

Gambar 4. Input Data Kedua EPANET 2.2

Setelah di *running* kembali kecepatan pada Pipa Puncung 1 sudah memenuhi standar karakteristik pipa HDPE seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 sebagai berikut.

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe Puncung1	486.29	200	140	57.47	1.83	14.47
Pipe Puncung2	226.57	90	140	18.67	2.93	88.15
Pipe Puncung5	110.38	63	140	2.50	0.80	12.13
Pipe Puncung3	297.73	90	140	6.83	1.07	13.70
Pipe Puncung4	920.59	63	140	14.74	4.73	323.42

Sumber : EPANET 2.2 (2025)

Gambar 5. Hasil *Running* Kedua EPANET 2.2

Berdasarkan data yang telah dianalisis, peningkatan dimensi Pipa Puncung 1 menjadi Ø 200 mm berhasil mengurangi kecepatan aliran pada pipa tersebut. Setelah keberhasilan ini dipastikan, metode penyesuaian dimensi pipa akan diterapkan pada pipa-pipa lainnya yang

mengalami masalah kecepatan aliran yang berlebih. Hasil penerapan ini selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

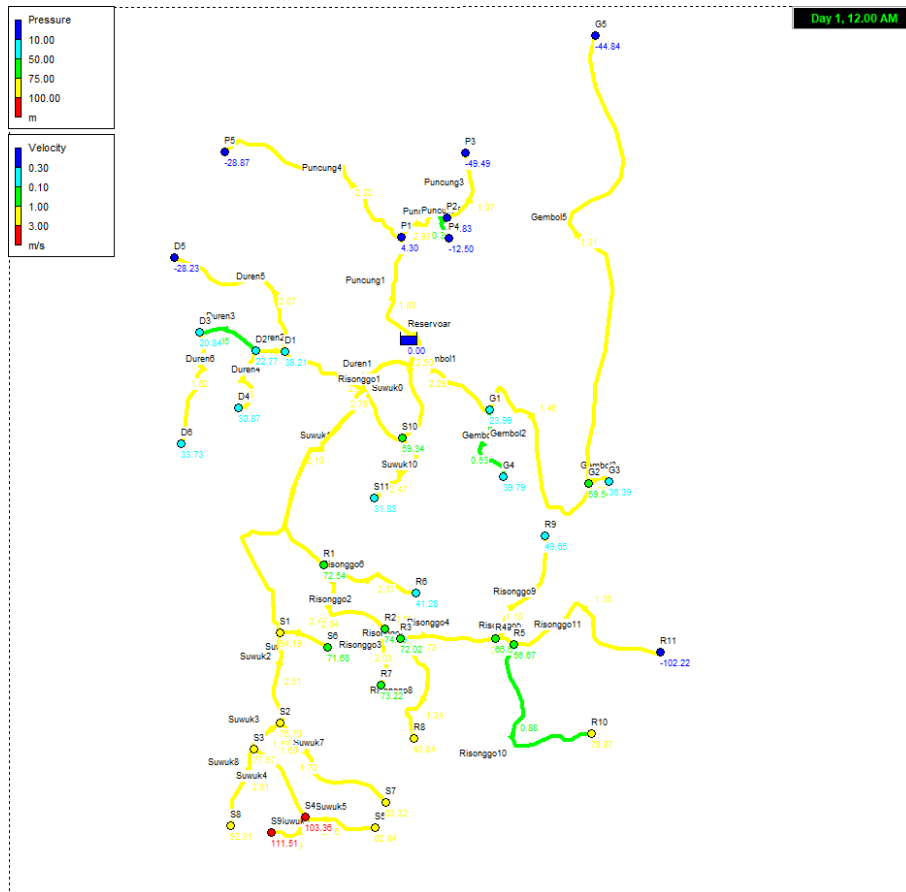
Tabel 3. Data Hasil Running Ketiga EPANET 2.2

No	Link ID	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
		m	mm	liter/detik	liter/detik	m/km
1	Pipe Duren1	691,14	225	101,35	2,55	23,32
2	Pipe Duren2	115,2	200	51,54	1,64	11,83
3	Pipe Duren3	257,16	200	20,57	0,65	2,16
4	Pipe Duren4	283,96	90	7,51	1,18	16,31
5	Pipe Duren5	706,65	90	13,18	2,07	46,25
6	Pipe Duren6	481,06	90	10,29	1,62	29,24
7	Pipe Gembol1	472,37	300	161,59	2,29	13,63
8	Pipe Gembol2	884,11	300	103,2	1,46	5,94
9	Pipe Gembol3	90	90	10,35	1,63	29,57
10	Pipe Gembol4	349,75	90	3,4	0,53	3,76
11	Pipe Gembol5	1985,8	200	41,25	1,31	7,83
12	Pipe Puncung1	486,29	200	57,47	1,83	14,47
13	Pipe Puncung2	226,57	90	18,67	2,93	88,15
14	Pipe Puncung3	297,73	90	6,83	1,07	13,7
15	Pipe Puncung4	920,59	90	14,74	2,32	56,92
16	Pipe Puncung5	110,38	90	2,5	0,39	2,13
17	Pipe Risonggo1	1315,25	400	346,62	2,76	13,79
18	Pipe Risonggo10	749,65	200	27,6	0,88	3,72
19	Pipe Risonggo11	7949,93	90	8,59	1,35	20,96
20	Pipe Risonggo2	445,21	400	256,17	2,04	7,88
21	Pipe Risonggo3	73,37	300	182,92	2,59	19,66
22	Pipe Risonggo4	373,54	300	122,62	1,73	9,37
23	Pipe Risonggo5	81,29	200	72,39	2,3	22,19

No	Link ID	<i>Length</i>	<i>Diameter</i>	<i>Flow</i>	<i>Velocity</i>	<i>Unit Headloss</i>
		m	mm	liter/detik	liter/detik	m/km
24	Pipe Risonggo6	399,56	90	15,07	2,37	59,32
25	Pipe Risonggo7	226,81	90	12,93	2,03	44,69
26	Pipe Risonggo8	489,97	90	8,55	1,34	23,81
27	Pipe Risonggo9	479,11	90	7,01	1,1	14,39
28	Pipe Suwuk 0	470,25	400	364,9	2,9	15,17
29	Pipe Suwuk 1	1541,56	400	263,36	2,1	9,51
30	Pipe Suwuk 2	375,44	300	177,53	2,51	16,22
31	Pipe Suwuk 3	153,31	300	112,27	1,59	6,94
32	Pipe Suwuk 4	344,81	200	50,18	1,6	11,26
33	Pipe Suwuk 5	291,15	90	17,53	2,76	78,5
34	Pipe Suwuk 6	199,07	90	15,7	2,47	64
35	Pipe Suwuk 7	589,33	90	10,84	1,7	32,21
36	Pipe Suwuk 8	322,55	90	18,5	2,91	86,73
37	Pipe Suwuk 9	182,77	90	7,56	1,19	16,52
38	Pipe Suwuk 10	357,3	90	15,7	2,47	73,42
Total Flow				2.738,98 liter/detik		

Sumber : EPANET 2.2 (2025)

Peta (*Map*) pada EPANET 2.2 disajikan pada Gambar 6 sebagai berikut.



Sumber : EPANET 2.2 (2025)

Gambar 6. Data *Map Running* Ketiga EPANET 2.2

Evaluasi awal jaringan perpipaan Gua Pulejajar di Desa Jepitu, Kecamatan Girisubo, Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, menggunakan simulasi EPANET 2.2 menunjukkan adanya kecepatan aliran yang melebihi standar untuk pipa HDPE (High Density Polyethylene), yaitu pada rentang 0,3 m/detik hingga 3,0 m/detik.

Secara spesifik, Pipa Puncung 1 teridentifikasi memiliki kecepatan aliran yang sangat tinggi, yaitu 9,03 m/detik. Untuk mengatasi masalah ini dan menurunkan kecepatan aliran ke ambang batas yang disarankan, dilakukan perubahan dimensi pipa. Dengan memperbesar diameter pipa Puncung 1 dari 90 mm menjadi 200 mm, kecepatan aliran berhasil diturunkan secara signifikan menjadi 1,83 m/detik. Perubahan ini membawa kembali kecepatan aliran ke dalam rentang standar yang diizinkan untuk pipa HDPE, sehingga mengurangi risiko keausan dan penurunan tekanan. Perbandingan diameter eksisting dengan diameter hasil evaluasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Ø Eksisting & Ø Hasil Evaluasi

Nama Pipa	Diameter	Diameter Hasil
	<i>Eksisting</i>	Evaluasi
	mm	mm
Pipe Puncung1	90	200
Pipe Puncung2	90	90
Pipe Puncung5	63	90
Pipe Puncung3	90	90
Pipe Puncung4	63	90
Pipe Gembol1	90	200
Pipe Gembol4	63	90
Pipe Gembol2	90	200
Pipe Gembol3	90	90
Pipe Gembol5	63	200
Pipe Suwuk0	90	200
Pipe Suwuk10	63	90
Pipe Suwuk1	90	200
Pipe Suwuk6	63	90
Pipe Suwuk2	90	200
Pipe Suwuk3	90	200
Pipe Suwuk7	63	90
Pipe Suwuk8	63	90
Pipe Suwuk4	90	200
Pipe Suwuk9	63	90
Pipe Suwuk5	90	90
Pipe Duren1	90	200
Pipe Duren2	90	200
Pipe Duren3	90	90

Nama Pipa	Diameter Eksisting	Diameter Hasil Evaluasi
	mm	mm
Pipe Duren4	63	90
Pipe Duren5	63	90
Pipe Duren6	63	90
Pipe Risonggo1	90	200
Pipe Risonggo2	90	200
Pipe Risonggo6	63	90
Pipe Risonggo3	90	200
Pipe Risonggo7	63	90
Pipe Risonggo8	63	90
Pipe Risonggo4	90	200
Pipe Risonggo5	90	200
Pipe Risonggo10	63	90
Pipe Risonggo9	63	90
Pipe Risonggo11	63	90

Sumber : EPANET 2.2 (2025)

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan simulasi menggunakan EPANET 2.2 pada jaringan distribusi air Gua Pulejajar di Desa Jepitu, Kecamatan Girisubo, Kabupaten Gunungkidul, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Sumber air Gua Pulejajar memiliki kapasitas yang sangat memadai untuk memenuhi kebutuhan irigasi lahan pertanian seluas 200 hektar. Hasil analisis menunjukkan total ketersediaan air sebesar 2.738,98 liter/detik, sedangkan kebutuhan air irigasi hanya sebesar 1.031,95 liter/detik. Dengan demikian terdapat surplus air sebesar 1.707,03 liter/detik atau 165,41% dari kebutuhan, sehingga sumber air masih berpotensi mendukung pengembangan area irigasi di masa mendatang.
- b. Hasil evaluasi jaringan distribusi eksisting menunjukkan bahwa beberapa ruas pipa belum memenuhi kriteria hidrolis pipa HDPE. Pada kondisi eksisting, Pipa Puncung 1 memiliki kecepatan aliran sebesar 9,03 m/detik, jauh melebihi batas maksimum yang direkomendasikan yaitu 3,0 m/detik. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan keausan pipa, kehilangan energi yang besar, serta menurunkan umur layanan jaringan perpipaan.

- c. Optimasi jaringan melalui penyesuaian dimensi pipa terbukti efektif dalam meningkatkan kinerja hidrolis sistem. Pembesaran diameter Pipa Puncung 1 dari 90 mm menjadi 200 mm berhasil menurunkan kecepatan aliran menjadi 1,83 m/detik, sehingga telah memenuhi standar operasional pipa HDPE yang berada pada rentang 0,3–3,0 m/detik.
- d. Hasil simulasi optimasi menunjukkan bahwa sebagian besar ruas pipa yang sebelumnya mengalami kecepatan aliran berlebih dapat diperbaiki melalui penyesuaian diameter pipa menjadi 90 mm, 200 mm, 300 mm, dan 400 mm sesuai kebutuhan debit masing-masing ruas. Setelah dilakukan optimasi, seluruh jaringan distribusi mampu beroperasi pada kecepatan aliran yang memenuhi standar teknis sehingga distribusi air menjadi lebih efisien, aman, dan berkelanjutan.
- e. Penggunaan EPANET 2.2 terbukti efektif sebagai alat evaluasi dan perencanaan jaringan distribusi air pada kawasan karst, karena mampu mengidentifikasi titik-titik kritis dalam jaringan serta memberikan alternatif solusi teknis yang dapat meningkatkan keandalan sistem distribusi air irigasi Gua Pulejajar.

Daftar Pustaka

- Addien, K. F., & Hendrasari, R. S. (2024). Analisis Sistem Distribusi Air dari Mata Air di Dusun Kawedan dengan Software EPANET 2.2. *STORAGE - Jurnal Ilmiah Teknik Dan Ilmu Komputer*, 3(3), 167–176.
- Dwiwana, L., Nurhayati, & umar. (19 C.E.). ANALISA KETERSEDIAAN DAN KEBUTUHAN AIR IRIGASI DI DAERAH IRIGASI TERDU. *JeLAST : Jurnal Teknik Kelautan , PWK , Sipil, Dan Tambang*, 6(1), 215–223.
- Nugroho, J., Zid, M., & Miarsyah, M. (2020). Potensi Sumber Air dan Kearifan Masyarakat dalam Menghadapi Risiko Kekeringan di Wilayah Karst (Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Yogyakarta). *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan*, 4(1), 438–447. <http://www.bkpsl.org/ojswp/index.php/jplbJPLB,4>
- Nugroho, S., Meicahayanti, I., & Nurdiana, J. (2018). Analisa Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih Menggunakan EPANET 2.0 (Studi Kasus di Kelurahan Harapan Baru, Kota Samarinda). *TEKNIK*, 39(1), 62–66. <https://doi.org/10.14710/teknik.v39n1.15192>
- Priyanto, A., Suripin, & Salamun. (2021). *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih PDAM Kota Salatiga*.
- Pusdik SDA dan Konstruksi. (2017). *Modul Hidrologi, Kebutuhan dan Ketersediaan Air*.
- Rossmann, L. A. (2000). Epanet 2 Users Manual Versi Bahasa Indonesia. In *National Risk Management Research Laboratory* (Number September).
- Saridewi, R. N., Arifin, M., Budiyanto, M. A., & Panjalu, M. A. (2025). Analisis Keseimbangan Air Irigasi di Daerah irigasi Duwet, Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta. *CivETech*, 7(1), 49–57. <https://jurnal.ucey.ac.id/index.php/CivETech/issue/archive>
- Talanipa, R., Putri, T. S., Rustan, R., & Yulianti, A. T. (2022). Implementasi Aplikasi EPANET dalam Evaluasi Pipa Jaringan Distribusi Air Bersih PDAM Kolaka. *Informatics Journal*, 7(1), 46–58.

Widyastuti, M., Riyanto, I. A., Naufal, M., Ramadhan, F., & Rahmawati, N. (2019). Catchment Area Analysis of Guntur Karst Spring Gunung Kidul Regency, Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 256(1), 1–12. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/256/1/012008>