



## **Pengelolaan Sumber Daya Air Lokal: Pemanfaatan Mata Air RT 7 Kelurahan Sumber Rejo, Kota Balikpapan sebagai Alternatif Sumber Air Bersih Berkelanjutan**

**Melisa Triandini Maulani<sup>1\*</sup>, Nia Febrianti<sup>2</sup>, Rina Noor Hayati<sup>3</sup>, Lia Awaliyah<sup>4</sup>, Maulana Khafid Arrohman<sup>5</sup>**

<sup>1\*234</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Jurusan Teknologi Kemaritiman, Fakultas Pembangunan Berkelanjutan, Institut Teknologi Kalimantan, Jl. Soekarno-Hatta, Balikpapan, Indonesia.

<sup>5</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta, Jl. Padjajaran Condong Catur, Yogyakarta, Indonesia.

\*Corresponding email: [melisa.maulani@lecturer.itk.ac.id](mailto:melisa.maulani@lecturer.itk.ac.id)

Received: 29/Juli/2025  
Accepted: 28/April/2026

Revised : 28/April/2026  
Published: 30/April/2026

To cite this article:

Maulani, M. T., Febrianti, N., Hayati, R. N., Awaliyah, L & Arrohman, M. K (2026). Pengelolaan Sumber Daya Air Lokal: Pemanfaatan Mata Air RT 7 Kelurahan Sumber Rejo, Kota Balikpapan sebagai Alternatif Sumber Air Bersih Berkelanjutan. *SPECTA Journal of Technology*, 10 (1), 86 - 103. [10.35718/specta.v10i1.8481503](https://doi.org/10.35718/specta.v10i1.8481503)

### **Abstract**

*The need for clean water is one of the essential aspects of community life, especially in areas that are not fully served by the PDAM (Regional Drinking Water Company) distribution network. In Sumber Rejo Subdistrict, Balikpapan Tengah District, Balikpapan City, East Kalimantan Province, Indonesia, particularly in RT 7, the availability of clean water remains a major issue due to the hilly topography, making it difficult for the PDAM pipeline network to reach the area. The local community relies on springs as an alternative water source, which is collected manually without a planned distribution system. This study aims to analyze the potential of the spring in RT 7, Sumber Rejo Subdistrict, as a clean water source based on water quality, flow rate classification, and clean water distribution system planning. The methods used include water quality analysis through laboratory tests covering physical, chemical, and microbiological parameters, flow rate classification based on spring discharge measurements, and distribution system planning using EPANET 2.2 software. The results show that the spring water quality does not fully meet the clean water quality standards according to the Indonesian Ministry of Health Regulation Number 2 of 2023 on Environmental Health, particularly for nitrate, manganese, and aluminum parameters. Based on the flow rate measurements, the spring falls into Class VI, with a flow rate ranging from 0.1 to 1 liter per second, indicating low flow capacity and generally only sufficient to meet water needs on a limited scale (less than 1,000 people). In the clean water distribution network simulation, three alternative distribution scenarios were evaluated, with Alternative 2 showing the most optimal results, with flow velocities ranging from 0.31 to 0.46 m/s*

*Keywords: Discharge, EPANET, Planning, Spring Water, Sumber Rejo*

## Abstrak

Kebutuhan akan air bersih merupakan salah satu aspek penting dalam kehidupan masyarakat, terutama di wilayah yang belum sepenuhnya terlayani oleh jaringan distribusi PDAM. Di Kelurahan Sumber Rejo, Kecamatan Balikpapan Tengah, Kota Balikpapan, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, khususnya RT 7, ketersediaan air bersih masih menjadi permasalahan utama akibat kondisi topografi yang berbukit, sehingga jaringan pipa PDAM belum dapat menjangkau wilayah tersebut. Masyarakat setempat memanfaatkan mata air sebagai sumber air alternatif yang diambil secara manual tanpa melalui proses distribusi terencana. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi mata air di RT 7 Kelurahan Sumber Rejo sebagai sumber air bersih berdasarkan kualitas air, klasifikasi debit, dan perencanaan sistem distribusi air bersih. Metode yang digunakan meliputi analisis kualitas air dengan uji laboratorium yang mencakup parameter fisika, kimia, dan mikrobiologi, klasifikasi debit berdasarkan pengukuran debit mata air, serta perencanaan sistem distribusi air menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air mata air belum sepenuhnya memenuhi standar baku mutu air bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan, khususnya pada parameter nitrat, mangan, dan aluminium. Berdasarkan hasil pengukuran debit, mata air tersebut termasuk dalam kelas VI, dengan debit antara 0,1 - 1 liter per detik, yang menunjukkan kapasitas aliran rendah dan cenderung hanya mampu memenuhi kebutuhan air dalam skala terbatas (<1000 jiwa). Terdapat tiga alternatif skenario distribusi air bersih, di mana Alternatif 2 menunjukkan hasil yang lebih optimal dengan kecepatan aliran antara 0,31 - 0,46 m/s.

Kata kunci: Debit, EPANET, Mata Air, Perencanaan, Sumber Rejo

---

## 1. Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan dasar yang harus memenuhi standar kualitas agar aman digunakan, baik untuk konsumsi maupun aktivitas sehari-hari. Standar tersebut diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan, mencakup parameter seperti pH, bau, rasa, dan warna air. Air yang jernih, tidak berbau, dan tidak berasa umumnya layak konsumsi, sementara air berwarna atau berbau dapat menandakan pencemaran (Muzayana & Hariani, 2019).

Mata air menjadi salah satu sumber air alami yang penting, terutama di wilayah yang belum terjangkau layanan air perpipaan. Mata air umumnya memiliki kualitas cukup baik dengan debit bervariasi, sehingga dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan rumah tangga maupun sumber air baku (Sudarmadji et al., 2016). Pemanfaatannya sangat vital di daerah dengan keterbatasan akses air, karena mendukung kebutuhan rumah tangga, pertanian, hingga aktivitas sosial (Safitri & Sarjanti, 2023).

Di Kota Balikpapan, keterbatasan air baku menjadi isu lingkungan yang mendesak. Proyeksi kebutuhan air pada tahun 2029 diperkirakan mencapai 43,7 juta m<sup>3</sup> per tahun, sementara ketersediaan air diperkirakan 51,9 juta m<sup>3</sup> per tahun. Meskipun terdapat surplus ketersediaan, statusnya masih dikategorikan kritis mengingat tingginya tekanan terhadap kebutuhan air dan keterbatasan pengelolaan sumber daya. Ketergantungan pada Waduk Manggar yang terletak Kelurahan Karang Joang, Kecamatan Balikpapan Utara, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur dengan kapasitas 850 L/detik menimbulkan risiko jangka panjang, ditambah penurunan kapasitas sumur bor (Harfadli & Ulimaz, 2020).

Permasalahan ini berdampak besar di wilayah berbukit seperti RT 4 hingga RT 7 Kelurahan Sumber Rejo, yang belum terjangkau jaringan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Warga memanfaatkan mata air sebagai sumber utama dengan cara manual. Namun, mata air tersebut terletak dekat saluran drainase *grey water* yang berpotensi mencemari air (Ponomban, 2021). Oleh karena itu, diperlukan analisis kualitas air terhadap mata air yang digunakan warga dengan mengacu pada Permenkes No. 2 Tahun 2023, serta klasifikasi debit untuk perencanaan sistem distribusi air yang efektif dan efisien. Hal ini bertujuan agar mata air RT 7 Kelurahan Sumber Rejo, Kecamatan Balikpapan Tengah, Kota

Balikpapan, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia dapat digunakan sebagai alternatif sumber air bersih berkelanjutan.

## 2. Tinjauan Pustaka

Sumber kebutuhan air manusia beragam, meliputi air hujan, air permukaan, dan air tanah. Salah satu cara untuk mendapatkan air tanah adalah melalui mata air, yaitu ketika air tanah muncul ke permukaan (Sudarmadji et al., 2016). Sumber air merupakan bagian yang penting dalam penyediaan air bersih karena menyangkut jumlah atau ketersediaan air baku yang akan diolah (Diandi et al., 2019). Berdasarkan sumbernya, air dapat digolongkan menjadi 3, yaitu (Marasabessy et al., 2023):

- Air permukaan: Air hujan yang tidak mampu meresap ke dalam tanah akibat sifat kedap dari lapisan tanah akan mengalir di atas permukaan bumi, menuju wilayah yang memiliki elevasi lebih rendah. Aliran ini kemudian membentuk badan air yang dikenal sebagai sungai. Secara umum, air permukaan diklasifikasikan menjadi dua jenis utama, yaitu air sungai dan air yang berasal dari telaga atau danau.
- Air angkasa: air yang berasal dari atmosfer dan jatuh ke permukaan bumi. Kandungan air yang terdapat di lapisan udara bumi diperkirakan hanya sekitar 0,001% dari total volume air yang ada di bumi. Berdasarkan bentuknya, air angkasa dibedakan menjadi dua, yaitu air hujan dan air salju.
- Air tanah: seluruh jenis air yang berada di bawah permukaan tanah dan menyumbang sekitar 0,6% dari total volume air di bumi. Jumlah ini menjadikan air tanah lebih banyak dibandingkan dengan gabungan volume air sungai, danau, maupun air yang terdapat di atmosfer. Air tanah diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu air tanah dangkal dan air tanah dalam.

Mata air merupakan sumber air tanah yang mengalir dan keluar dari akuifer atau belahan batu menuju permukaan tanah yang menjadi sumber air bersih yang dapat digunakan untuk keperluan makhluk hidup (Sudarmadji, et al., 2016). Daerah timur Indonesia memanfaatkan mata air dengan melakukan perancangan perpipaan distribusi untuk menyalurkan air bersih ke warga setempat yang membutuhkan (Blegur et al., 2022). Mata air ini digunakan sebagai sumber air dalam penyediaan air bersih.

Sebuah sumber air dianggap mampu memenuhi kebutuhan pelanggan apabila debit air yang tersedia melebihi total kebutuhan air yang diperlukan. Sebaliknya, apabila debit sumber air lebih rendah dibandingkan dengan jumlah kebutuhan air keseluruhan, maka sumber tersebut dinilai belum mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air pelanggan yang ada (Ichsan et al., 2023). Analisis *supply* bertujuan untuk melihat seberapa besar air bersih yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan air bersih di wilayah perencanaan (Afriyanda et al., 2018).

Kebutuhan air dibagi menjadi dua bagian, yaitu kebutuhan air domestik dan non domestik (Siswanto et al., 2022). Kebutuhan air domestik merupakan kebutuhan air yang diperuntukkan bagi masyarakat untuk keperluan sehari-hari. Kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih untuk sarana dan prasarana daerah yang teridentifikasi ada atau bakal ada berdasarkan rencana tata ruang

Pendistribusian air bersih kepada konsumen dengan kuantitas, kualitas dan tekanan yang cukup memerlukan sistem perpipaan yang baik, reservoir, pompa dan peralatan yang lain. Metode Hardy-Cross merupakan salah satu metode untuk menganalisa jaringan pipa (Ismail & Wijaya, 2021). Pemodelan jaringan perpipaan bertujuan untuk memastikan kualitas serta keberlanjutan pasokan air bersih yang dialirkan dari sumber air dapat terpenuhi dan mudah diakses oleh masyarakat. Data penting yang digunakan sebagai dasar dalam proses pemodelan ini meliputi ketinggian (elevasi) pada setiap node, panjang pipa, ukuran diameter pipa, serta nilai koefisien kekasaran pipa. Elevasi pada jaringan pipa memiliki pengaruh terhadap hasil analisis. Kondisi elevasi yang tinggi dapat menyebabkan jangkauan air yang didistribusikan tidak sampai pada node tujuan. sehingga diperlukan penggunaan pompa. Elevasi akan berperan dalam perhitungan kebutuhan head pada penggunaan pompa di jaringan perpipaan (Yafi et al., 2023).

### 3. Metode

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk menganalisis kualitas mata air di Kelurahan Sumber Rejo, Kecamatan Balikpapan Tengah, Kota Balikpapan, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan. Penelitian ini juga menggunakan metode deskriptif kuantitatif untuk pengukuran debit karena bertujuan untuk mendapatkan data debit yang keluar dari mata air, sehingga dapat dimanfaatkan dalam pendistribusian sebagai sumber air bersih di Kelurahan Sumber Rejo.

#### 3.1 Analisis Kesesuaian Kualitas Mata Air

- **Persiapan Alat dan Bahan *Sampling* Mata Air**  
Kegiatan pengambilan sampel air dari mata air menggunakan beberapa alat yang memiliki fungsi spesifik untuk menjaga kualitas dan keakuratan hasil penelitian. Botol plastik berbahan HDPE berfungsi sebagai wadah utama dalam pengambilan sampel, sedangkan botol gelap digunakan khusus untuk sampel yang akan dianalisis berdasarkan parameter biologi dengan ukuran 100 mL dan 500 mL. Untuk mencegah terjadinya penguapan maupun kontaminasi yang dapat memengaruhi validitas penelitian, botol sampel dibungkus dengan *aluminium foil*. Selain itu, termometer digunakan untuk mengukur suhu mata air secara langsung di lapangan, dan label dipasang sebagai identitas serta informasi penting dari setiap sampel yang dikumpulkan. Agar sampel tetap terjaga kualitasnya, air disimpan dalam *cooler box* yang diisi dengan es batu.

Bahan yang digunakan dalam proses ini meliputi air mata air dari Kelurahan Sumber Rejo sebanyak 5 Liter sebagai objek penelitian untuk mengetahui kualitas air, serta es batu yang berfungsi membantu menjaga suhu rendah di dalam *cooler box* sehingga sampel tetap awet hingga dilakukan analisis lebih lanjut.

- **Tata Cara Pengambilan Sampel**  
Teknik pengambilan sampel air pada penelitian ini, digunakan metode grab sample menurut SNI 6989.58:2008. Prosedur pengambilan sampel air dilakukan dengan langkah-langkah yang sistematis untuk menjaga keakuratan hasil analisis. Alat pengambil sampel air dipersiapkan dengan baik sebelum digunakan. Alat tersebut dibilas menggunakan air yang akan diambil sebanyak tiga kali guna mengurangi kemungkinan kontaminasi dari sisa bahan lain. Setelah itu, sampel air dikumpulkan dalam wadah penampungan sementara dan dihomogenkan agar representatif terhadap kondisi sebenarnya. Tahap akhir adalah memasukkan sampel ke dalam *cooler box* yang telah berisi es batu, sehingga suhu tetap terjaga dan kualitas sampel dapat dipertahankan hingga proses analisis dilakukan.
- **Metode Pengujian Parameter**  
Parameter diuji sesuai dengan standar SNI untuk menjaga keakuratan hasil analisis. Berikut adalah standar metode pengujian yang digunakan untuk setiap parameter:

**Tabel 3.1** Metode Pengujian Parameter

No	Parameter	Standar Analisis
Sifat Fisika		
1	Suhu	SNI 06-6989.23-2005
2	TDS	SNI 6898.27-2019
3	Kekeruhan	SNI 06-6989.25-2005
4	Warna	SNI 6989.80-2011
5	Bau	SNI 06-6860-2002
Sifat Kimia		
1	pH	SNI 6989.11-2019

No	Parameter	Standar Analisis
2	Nitrat (NO <sub>3</sub> ) terlarut	SNI-6989-79-2011
3	Nitrit (NO <sub>2</sub> ) terlarut	SNI-06-6989.9-2004
4	Besi (Fe) terlarut	SNI 06-6854-2002
5	Mangan (Mn) terlarut	SNI 6989.5:2009
Sifat Mikrobiologi		
1	E.Coli	SNI 01-3553-2006
2	Total Coliform	SNI 01-3553-2006

### 3.2 Analisis Klasifikasi Mata Air Berdasarkan Debit

Akses mata air hanya dapat dialirkan melalui keran yang tersambung dengan *outlet* mata air dan menjadi titik sampel. Pengukuran debit mata air dilakukan di lokasi mata air dengan metode volumetrik menggunakan gelas ukur berukuran 5 L. Pengukuran debit dilakukan sebanyak 7 hari berturut-turut pada jam 07.00 WITA, 12.00 WITA, dan 17.00 WITA dikarenakan pada jam tersebut intensitas pemakaian air meningkat. Berikut rumus dari metode volumetrik dalam pengukuran debit pada mata air.

$$Q = \frac{V}{t} \quad (3.1)$$

Keterangan:

Q = Debit (L/s)  
 V = Volume (L)  
 t = Waktu (s)

### 3.3 Perencanaan Distribusi Sistem Penyediaan Air bersih

Berikut adalah mekanisme dalam perencanaan distribusi sistem penyediaan air bersih di Kelurahan Sumber Rejo, Kota Balikpapan.

- Tahap Pengumpulan Data
  - 1) Data primer diperoleh melalui observasi lapangan dan pengukuran langsung terhadap mata air di lokasi penelitian. Data yang dikumpulkan meliputi pengukuran debit mata air dan pengujian kualitas air berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan
  - 2) Data sekunder diperoleh dari instansi terkait serta referensi ilmiah untuk mendukung analisis dalam perencanaan distribusi air bersih. Data yang dikumpulkan meliputi data demografi, jumlah fasilitas umum, serta peta administrasi untuk menganalisis kebutuhan perancangan.
- Tahap Pengolahan Data
 

Beberapa tahapan analisis yang saling berkaitan digunakan untuk mendukung perencanaan penyediaan air bersih. Analisis proyeksi penduduk dilakukan pada periode 2024–2029 guna memperkirakan jumlah kebutuhan air di masa mendatang. Selanjutnya, dilaksanakan analisis debit mata air untuk mengetahui kapasitas sumber daya air yang tersedia. Tahap berikutnya adalah perhitungan kebutuhan air serta kehilangan air, yang bertujuan menilai keseimbangan antara ketersediaan dan konsumsi, sekaligus mengidentifikasi potensi inefisiensi dalam sistem. Hasil dari seluruh analisis tersebut digunakan sebagai dasar dalam perencanaan sistem distribusi air bersih agar pelayanan dapat berjalan efektif, berkelanjutan, dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Kualitas Air Mata Air

Hasil penelitian terhadap kualitas mata air yang telah dilakukan di UPTD Laboratorium Kesehatan Kota Balikpapan ditunjukkan pada Tabel 4.1 berikut. Dari hasil pengujian beberapa parameter seperti TDS, kekeruhan, warna, bau, dan Besi (Fe) terlarut telah memenuhi baku mutu yang distandarkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan Sedangkan

parameter Nitrat (NO<sub>3</sub>) terlarut, pH, Mangan (Mn) terlarut, dan E. coli cenderung memiliki nilai di bawah/di atas dari standar, sehingga perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut sebelum digunakan.

**Tabel 4.1.** Hasil Pengujian Sampel Mata Air

No	Parameter	Nilai	Baku mutu	Satuan
<b>Sifat Fisika</b>				
1	Suhu	29	± 3	°C
2	TDS (Total Dissolved Solid)	132,43	<300	mg/L
3	Kekeruhan	2,15	<3	NTU
4	Warna	1,2	10	TCU
5	Bau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	
<b>Sifat Kimia</b>				
1	pH	4,69	6,5 - 8,5	
2	Nitrat (NO <sub>3</sub> ) terlarut	49,53	20	mg/L
3	Nitrit (NO <sub>2</sub> ) terlarut	0,09	3	mg/L
4	Besi (Fe) terlarut	0,024	0,2	mg/L
5	Mangan (Mn) terlarut	0,249	0,1	mg/L
<b>Sifat Mikrobiologi</b>				
1	E. coli	3	0	CFU/100 ml
2	Total Coliform	<1	0	CFU/100 ml

#### 4.2 Klasifikasi Debit Mata Air

Meinzer dalam Sudarmadji (2013) mengklasifikasikan debit mata air sesuai dengan besar debitnya. Klasifikasi tersebut menjadi dasar dalam penentuan strategi pemanfaatan dan pengelolaan secara berkelanjutan. Berikut adalah hasil perhitungan debit mata air RT. 7 Kelurahan Sumber Rejo, Kecamatan Balikpapan Tengah, Kota Balikpapan, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia:

**Tabel 4.2.** Perhitungan Debit Mata Air

No	Tanggal	Jam	Tindakan	Waktu (s)	Debit (L/s)	Rata-Rata Debit (L/s)	Rata-Rata Debit (L/s) dalam 1 hari
1	17/02/202	07.0	1	49,32	0,101	0,102	0,103
			2	49,43	0,101		
			3	48,73	0,103		
		12.0	1	49,73	0,101	0,101	
			2	49,98	0,100		
			3	48,43	0,103		
		17.0	1	46,67	0,107	0,106	
			2	46,97	0,106		
			3	47,71	0,105		
2	18/02/202	07.0	1	51,3	0,097	0,100	0,101
			2	49,46	0,101		
			3	49,06	0,102		
		12.0	1	50,15	0,100	0,101	
			2	49,28	0,101		
			3	49,83	0,100		

No	Tanggal	Jam	Tindakan	Waktu (s)	Debit (L/s)	Rata-Rata Debit (L/s)	Rata-Rata Debit (L/s) dalam 1 hari
3	19/02/202	17.0	1	48,24	0,104	0,102	0,104
			2	48,72	0,103		
			3	49,47	0,101		
	07.0	1	46,49	0,108	0,107		
		2	47,45	0,105			
		3	46,17	0,108			
	12.0	1	50,63	0,099	0,101		
		2	48,53	0,103			
		3	48,84	0,102			
17.0	1	47,7	0,105	0,105			
	2	47,28	0,106				
	3	48,23	0,104				
4	20/02/202	07.0	1	49,23	0,102	0,102	0,104
			2	48,19	0,104		
			3	48,98	0,102		
	12.0	1	47,91	0,104	0,104		
		2	48,59	0,103			
		3	48,06	0,104			
	17.0	1	48,73	0,103	0,104		
		2	47,94	0,104			
		3	47,17	0,106			
5	21/02/202	07.0	1	47,49	0,105	0,107	0,106
			2	46,79	0,107		
			3	46,37	0,108		
	12.0	1	49,34	0,101	0,102		
		2	48,81	0,102			
		3	48,72	0,103			
	17.0	1	46,23	0,108	0,108		
		2	46,57	0,107			
		3	45,67	0,109			
6	22/02/202	07.0	1	47,74	0,105	0,105	0,103
			2	47,8	0,105		
			3	47,77	0,105		
	12.0	1	48,82	0,102	0,104		
		2	47,82	0,105			
		3	48,19	0,104			
	17.0	1	49,34	0,101	0,102		
		2	49,39	0,101			
		3	49	0,102			
7	23/02/202	07.0	1	47,52	0,105	0,104	0,106
			2	47,61	0,105		
			3	48,47	0,103		
		1	46,24	0,108	0,107		

No	Tanggal	Jam	Tindakan	Waktu (s)	Debit (L/s)	Rata-Rata Debit (L/s)	Rata-Rata Debit (L/s) dalam 1 hari
	12.0		2	47,09	0,106		
			3	46,64	0,107		
	17.0		1	47,82	0,105		
			2	47,53	0,105	0,105	
			3	47,33	0,106		
<b>Debit rata-rata</b>							0,1038

Berdasarkan hasil perhitungan debit pada mata air di RT. 7 Kelurahan Sumber Rejo dikategorikan ke dalam kelas 5, dengan debit antara 0,1–1 L/s. Debit ini menunjukkan bahwa mata air tersebut memiliki potensi aliran sedang, dan dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan air bersih dalam skala kecil hingga menengah tergantung jumlah pengguna dan sistem distribusinya.

#### 4.3 Perencanaan Distribusi SPAM Mata Air RT. 7 Kelurahan Sumber Rejo, Kecamatan Balikpapan Tengah.

##### 1) Proyeksi Penduduk

Berdasarkan proyeksi penduduk yang telah dilakukan dengan menggunakan metode aritmatika, geometri dan *least square*, didapatkan metode geometri yang memiliki nilai koefisien relasi paling mendekati nilai 1, sehingga metode tersebut digunakan dalam proyeksi penduduk wilayah perencanaan. Hasil proyeksi penduduk dapat dilihat di Tabel 4.4.

**Tabel 4.4.** Hasil Proyeksi Penduduk

	RT	Jumlah Penduduk					
		2024	2025	2026	2027	2028	2029
<b>Kelurahan Sumber Rejo</b>	RT 4	330	331	333	335	336	338
	RT 5	335	337	338	340	341	343
	RT 6	260	261	262	264	265	266
	RT 7	325	326	328	329	331	332
<b>TOTAL</b>		<b>1250</b>	<b>1256</b>	<b>1261</b>	<b>1267</b>	<b>1273</b>	<b>1279</b>

##### 2) Ketersediaan Air (*Supply*)

Pada studi ini, *supply* air dihitung berdasarkan hasil pengukuran debit aktual mata air di RT 7, Kelurahan Sumber Rejo, yang dilakukan selama tujuh hari berturut-turut pada waktu-waktu dengan intensitas pemakaian tinggi. Data debit yang diperoleh kemudian digunakan untuk menentukan kapasitas pasokan harian dan dibandingkan dengan total kebutuhan air masyarakat dalam wilayah cakupan pelayanan. Berikut perhitungan ketersediaan air dari mata air RT. 7 Kelurahan Sumber Rejo, Kecamatan Balikpapan Tengah.

$$\begin{aligned} \text{Debit Produksi} &= \text{Debit} \times \text{waktu} \\ \text{Debit Produksi} &= 0,1038 \frac{\text{L}}{\text{s}} \times 86400 \frac{\text{s}}{\text{hari}} \\ &= 8968,32 \frac{\text{L}}{\text{hari}} \end{aligned}$$

##### 3) Kebutuhan Air (*Demand*)

Hasil analisis ini akan dibandingkan dengan jumlah air yang tersedia (*supply*) guna memastikan apakah mata air RT. 7 mampu memenuhi kebutuhan masyarakat secara berkelanjutan. Berdasarkan hasil analisis didapatkan debit maksimum sebesar  $18598,8 \frac{\text{L}}{\text{hari}}$ . Sehingga, debit maksimum yang dibutuhkan untuk melayani setiap RT dengan tingkat pelayanan sebesar 80%, tidak mencukupi dengan ketersediaan air yang dimiliki oleh mata air.

4) Blok Pelayanan

Dalam perhitungan kebutuhan air, didapatkan hasil yang tidak mencukupi terhadap ketersediaan air dari mata air sehingga perencanaan ini hanya dilakukan untuk pendistribusian air kepada masyarakat yang belum mendapatkan akses PDAM. Berdasarkan hasil observasi, didapatkan jumlah masyarakat yang belum mendapatkan akses jaringan PDAM dapat dilihat pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5.** Data Pengguna PDAM  
**Pengguna PDAM**

RT	Jumlah Penduduk	Jumlah non-PDAM (Jiwa)	Jumlah Pengguna PDAM (Jiwa)	Persentase non-PDAM (%)
RT 4	330	225	105	68,2
RT 5	335	60	275	17,9
RT 6	260	120	140	46,2
RT 7	325	50	275	15,4

Berdasarkan hasil observasi tersebut didapatkan persentase terlayani untuk wilayah perencanaan Sistem Penyediaan Air bersih untuk blok pelayanan dapat dilihat pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6.** Blok Pelayanan

Blok	RT	Jumlah Penduduk (2029)	Luas Blok (Km <sup>2</sup> )	Penduduk Terlayani (%)	Jumlah Penduduk Terlayani per Blok (Jiwa)	Luas Blok (Km <sup>2</sup> )
I	RT 4	338	0,023929	68,2	230	0,01632
II	RT 5	343	0,015105	17,9	61	0,00271
III	RT 6	266	0,009992	46,2	123	0,00461
IV	RT 7	332	0,016821	15,4	51	0,00259

5) Kebutuhan Air Domestik Perencanaan

Kebutuhan air bersih domestik adalah kebutuhan air untuk pemenuhan kegiatan sehari-hari atau rumah tangga seperti untuk minum, memasak, mandi, cuci dan lain-lain Berikut hasil perhitungan kebutuhan air domestik pada wilayah perencanaan.

- Jumlah penduduk tahun 2029 = 465 jiwa
- Pembagian SR 70% dan HU 30%
- Kebutuhan air SR 100 L/jiwa/hari dan HU 30 L/jiwa/hari
- Kebutuhan SR = 5 jiwa/SR
- Kebutuhan HU = 100 jiwa/HU
- Debit rata-rata = 0,1038 L/s
- Kehilangan air = 20%
- Debit maksimum = 110%

a. Proyeksi SR-HU

$$\text{SR} = 70\% \times 465 \text{ jiwa} = 325,5 \sim 326 \text{ jiwa}$$

$$\text{HU} = 30\% \times 465 \text{ jiwa} = 139,5 \sim 140 \text{ jiwa}$$

b. Jumlah Kebutuhan SR-HU

$$\text{SR} = \frac{326 \text{ jiwa}}{5 \text{ jiwa/SR}} = 65,2 \sim 66 \text{ SR}$$

$$\text{HU} = \frac{140 \text{ jiwa}}{100 \text{ jiwa/SR}} = 1,4 \sim 2 \text{ HU}$$

c. Kebutuhan Air SR-HU

$$\begin{aligned}
 \text{SR} &= 100 \frac{L}{\text{hari}} \times 65 \text{ SR} = 6.600 \frac{L}{\text{hari}} \\
 \text{HU} &= 30 \frac{L}{\text{hari}} \times 2 \text{ HU} = 60 \frac{L}{\text{hari}} \\
 \text{d. Kebocoran air (20\%)} & \\
 \text{Kebocoran air (20\%)} &= (\text{SR} + \text{HU}) \times 20\% \\
 &= (6.600 \frac{L}{\text{hari}} + 60 \frac{L}{\text{hari}}) \times 20\% \\
 &= 1332 \frac{L}{\text{hari}} \\
 \text{e. Debit rata-rata} &= (6.600 \frac{L}{\text{hari}} + 60 \frac{L}{\text{hari}}) + 1332 \frac{L}{\text{hari}} \\
 &= 7.992 \frac{L}{\text{hari}} \\
 \text{f. Debit maksimum (110\%)} &= 110\% \times 7992 \frac{L}{s} \\
 &= 8.652 \frac{L}{\text{hari}}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air perencanaan didapatkan hasil untuk debit maksimum sebesar  $8.652 \frac{L}{\text{hari}}$ . Sehingga, ketersediaan air dari mata air mampu mencukupi debit maksimum dari kebutuhan air perencanaan.

6) Alternatif Skenario SPAM

a. Debit *Tapping* pada Node

Node berfungsi sebagai titik pengambilan air atau sambungan pelanggan yang menerima suplai dari jaringan pipa utama (Suyatno et al., 2020). Berikut pembagian debit *tapping* pada node untuk alternatif scenario Sistem Pendistribusian Air bersih dapat dilihat pada Tabel 4.7.

**Tabel 4.7.** Debit *Tapping* Alternatif 1

Titik Koordinat dan Debit <i>Tapping</i> Alternatif 1				
Node	X	Y	Elevasi (m)	Debit (l/s)
R1	482494	9862177	27	-
R2	482711	9862141	56	-
N1	482501	9862176	28	0,0000
N2	482508	9862158	30	0,0000
N3	482582	9862132	32	0,0000
N4	482605	9862135	34	0,0070
N5	482676	9862119	50	0,0050
N6	482694	9862137	56	0,0000
N7	482696	9862132	56	0,0100
N8	482671	9862109	48	0,0100
N9	482682	9862074	47	0,0100
N10	482723	9862120	60	0,0050
N11	482742	9862106	63	0,0100
N12	482764	9862086	64	0,0080
N13	482767	9862060	63	0,0050
N14	482687	9862148	55	0,0200
N15	482682	9862179	52	0,0100

**Tabel 4.8.** Debit Tapping Alternatif 2

Titik Koordinat dan Debit <i>Tapping</i> Alternatif 2				
Node	X	Y	Elevasi (m)	Debit (l/s)
R1	482494	9862177	27	-
N1	482502	9862177	28	0,0000
N2	482505	9862160	29	0,0000
N3	482606	9862135	34	0,0000
N4	482646	9862072	35	0,0100
N5	482681	9862073	40	0,0100
N6	482671	9862109	46	0,0200
N7	482678	9862118	48	0,0200
N8	482678	9862118	51	0,0400

**Tabel 4.9.** Debit *Tapping* Alternatif 3

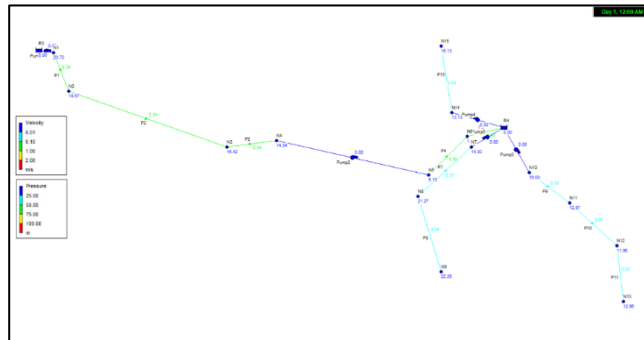
Titik Koordinat dan Debit <i>Tapping</i> Alternatif 3				
Node	X	Y	Elevasi	Debit <i>Tapping</i>
R1	482494	9862177	27	-
R2	482711	9862141	56	-
N1	482501	9862176	28	0,0000
N2	482508	9862158	30	0,0000
N3	482582	9862132	32	0,0000
N4	482605	9862135	34	0,0000
N5	482676	9862119	50	0,0000
N6	482694	9862137	55	0,0000
N7	482696	9862132	55	0,0091
N8	482671	9862109	44	0,0091
N9	482682	9862074	46	0,0091
N10	482645	9862075	40	0,0091
N11	482610	9862111	35	0,0091
N12	482723	9862120	60	0,0091
N13	482742	9862106	63	0,0091
N14	482764	9862086	64	0,0091
N15	482767	9862060	63	0,0091
N16	482687	9862148	55	0,0091
N17	482682	9862179	52	0,0091

b. Analisis Jaringan EPANET 2.2

• Alternatif 1

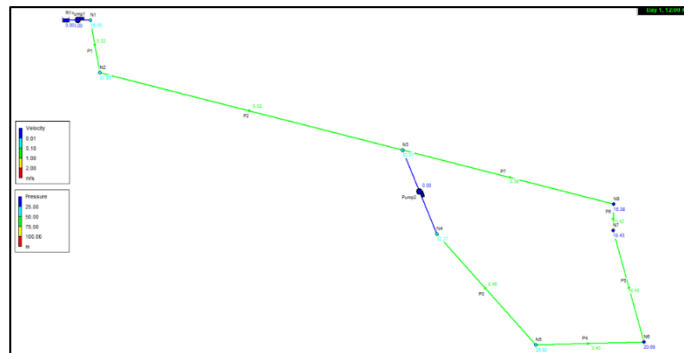
Berdasarkan hasil simulasi menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2, diketahui bahwa tekanan pada setiap node memiliki nilai bervariasi. Tekanan tertinggi berada *junction* N9 sebesar 22, 28 m, sedangkan node terendah terdapat pada *junction* N6 sebesar 1,06 m. Kondisi tekanan seharusnya berada pada kisaran 10 – 80 m (Nugraha et al., 2017). Terkait kecepatan, terdapat lima pipa yang memenuhi standar kecepatan aliran, yaitu P1, P2, P3, P4, dan P5

dengan nilai kecepatan berada di kisaran 0,33 hingga 0,34 m/s. Kecepatan ini sudah memenuhi batas minimum yang disyaratkan. Namun, terdapat juga pipa yang tidak memenuhi standar. Kecepatan aliran yang terlalu rendah dapat menyebabkan pengendapan partikel, pertumbuhan mikroorganisme, serta menurunnya kualitas air akibat aliran yang stagnan (Akbar, 2022).



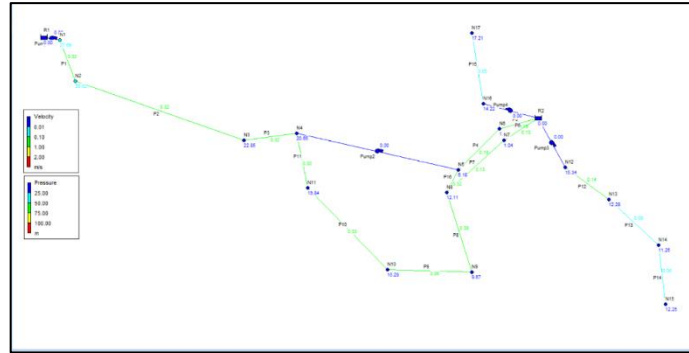
**Gambar 4.1.** Alternatif Satu SPAM

- Alternatif 2  
Berdasarkan hasil simulasi jaringan distribusi air menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2, diperoleh gambaran mengenai performa hidraulik sistem penyediaan air bersih yang dirancang. Secara umum, kecepatan aliran pada seluruh ruas pipa berada pada kisaran 0,32 m/s hingga 0,46 m/s. Nilai ini masih memenuhi standar kecepatan minimum yang direkomendasikan dalam perencanaan SPAM, yaitu tidak kurang dari 0,3 m/s, guna mencegah terjadinya sedimentasi partikel di dalam pipa. Warna hijau pada jalur pipa menunjukkan kecepatan aliran yang relatif seragam dan stabil. Sementara itu, nilai tekanan pada node-node jaringan menunjukkan distribusi tekanan yang merata dengan kisaran antara 16,38 meter hingga 39 meter. Tekanan ini cukup untuk menjamin kontinuitas aliran hingga ke titik pelayanan terjauh (Akbar, 2022).



**Gambar 4.2.** Alternatif Dua SPAM

- Alternatif 3  
Berdasarkan hasil analisis tekanan pada jaringan distribusi air, node dengan tekanan tertinggi terdapat pada Junction N1 dengan tekanan sebesar 27,69 meter pada elevasi 28 meter, sedangkan tekanan terendah terjadi pada Junction N7 dengan tekanan sebesar 1,04 meter pada elevasi 55 meter. Kondisi tekanan tersebut telah sesuai berada pada kisaran 10 – 80 m. Sehingga, aliran air dapat berjalan dengan stabil (Nugraha et al., 2017). Dari hasil simulasi, terdapat lima pipa yang memenuhi standar kecepatan aliran, yaitu P1, P2, P3, P8, P9, P10, dan P16 dengan nilai kecepatan berada di kisaran 0,32 hingga 0,39 m/s. Kecepatan ini sudah memenuhi batas minimum yang disyaratkan.



Gambar 4.3. Alternatif Tiga SPAM

c. Pompa

Sistem pompa yang digunakan pada alternatif skenario SPAM 1 telah sesuai dengan standar *pressure*. Namun, dari segi kecepatannya tidak memenuhi standar, walaupun debit dan tekanannya telah sesuai. Hal ini disebabkan karena tingginya elevasi dan rendahnya ketersediaan air tidak sebanding dengan jumlah node jaringan pipa. Oleh karena itu, dibuatkan alternatif skenario SPAM 2 dengan node yang lebih sedikit, sehingga dapat disesuaikan dengan jumlah ketersediaan air dan kebutuhan pompa. Pompa yang dibutuhkan pada alternatif 2 sebesar 2 buah pompa. Berikut adalah perhitungan pompa pada alternatif skenario SPAM 2.

Perhitungan Pompa 1

- Elevasi Node 1 = 28 m
- Elevasi Node 8 = 51 m
- Head Statis =  $Elevasi\ Node\ 8 - Elevasi\ Node\ 1$   
 = 51 m – 28 m  
 = 23 m

Penjelasan detail tentang perhitungan pompa 1 dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Perhitungan Pompa 1

Perhitungan Head Pompa 1		
Keterangan	Nilai	Satuan
Head statis	23,00	m

**Head Pipa Suction**

Keterangan	Panjang (m)/Jumlah (pcs)	f (koefisien gesek)	Total (m)
Gate valve	1	0,2	0,0010
Gesekan Pipa	1	0,0639	0,0639
Katup hisap dengan saringan	1	2,04	0,0100
Belokan pipa (90)	1	0,9	0,0044
<b>Total</b>			<b>0,0793</b>

**Head Pipa Discharge**

Keterangan	Panjang (m)/Jumlah (pcs)	f (koefisien gesek)	Total (m)
Gate Valve (0,31 m/s)	4	0,2	0,0062
Gate Valve (0,39 m/s)	1	0,2	0,0010

Gesekan Pipa (20 mm)	121,31	7,756	7,7561
Gesekan Pipa (40mm)	70,34	0,154	0,1543
Belokan pipa (45)	2	0,4	0,0039
(Pembesar pipa) (20 mm - 40 mm)	2	0,9	0,0565
Percabangan Tee (Node 3) (Node 7)	2	1,8	0,0176
Total (m)			7,9957
<b>Total Head (m)</b>			<b>31,07</b>
			<b>32</b>

Perhitungan Pompa 2

- Elevasi Node 4 = 35 m
- Elevasi Node 8 = 51 m
- Head Statis = *Elevasi Node 8 – Elevasi Node 4*  
= 51 m – 35 m  
= 16 m

Penjelasan detail tentang perhitungan pompa 2 dapat dilihat pada Tabel 4.10.

**Tabel 4.10.** Perhitungan Pompa 2

Perhitungan Head Pompa 2		
Keterangan	Nilai	Satuan
Head statis	16,00	m

**Head Pipa Suction**

Keterangan	Panjang (m)/Jumlah (pcs)	f (koefisien gesek)	Total (m)
Gesekan Pipa 40 mm	14,735	0,0323	0,042
Katup hisap dengan saringan	1	2,04	0,000
<b>Total</b>			<b>0,042</b>

**Head Pipa Discharge**

Keterangan	Panjang (m)/Jumlah (pcs)	f (koefisien gesek)	Total (m)
Gate Valve pipa 3	5	0,2	0,0108
Gate Valve pipa 4	3	0,2	0,0065
Gate Valve pipa 5	3	0,2	0,0059
Gate valve pipa 6	4	0,2	0,0075
Gesekan Pipa (40mm)	135,525	0,297	0,297
Belokan 45	1	0,4	0,004
Percabangan Tee (Pipa 3 - 4)	4	1	0,043
<b>Total</b>			<b>0,3754</b>
<b>Total Head Pompa</b>			<b>15,417</b>
			<b>16</b>

d. *Hardy Cross*

Dengan menggunakan pendekatan ini, dapat diketahui sejauh mana ketelitian perencanaan distribusi air, serta memastikan bahwa desain sistem yang dibuat memenuhi prinsip pada setiap jalur distribusi (Syahbowo et al., 2023). Iterasi yang dilakukan sebanyak 13 kali. Hasil analisis *hardy cross* dinyatakan memiliki aliran yang stabil apabila  $\Delta Q$  berhasil mencapai nilai 0 (Fajar et al., 2021). Berikut hasil dari iterasi dengan menggunakan metode *Hardy Cross* yang dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan Tabel 4.12.

**Tabel 4.11. Hardy Cross Iterasi 1**

Iterasi 1								
Pipe ID	L (m)	D (cm)	C	V check (m/s)	Q (L/s)	Hf (m)	Hf/Q	$\Delta Q$ (L/s)
Pipe P1	17.26	2	140	0.3	0.1	0.99984	9.99836	-0.06671
Pipe P2	101.14	2	140	0.3	0.1	5.85883	58.58831	-0.06671
Pipe P3	48.17	4	140	0.5	0.57	0.54560	0.95720	-0.06671
Pipe P4	35.01	4	140	0.4	0.56	0.38959	0.69569	-0.06671
Pipe P5	37.36	4	140	0.4	0.54	0.40089	0.74239	-0.06671
Pipe P6	8.51	4	140	0.4	0.52	0.08793	0.16910	-0.06671
Pipe P7	70.37	4	140	0.4	0.48	0.67121	1.39834	-0.06671
						8.95389	72.54941	

**Tabel 4.12. Hardy Cross Iterasi 13**

Iterasi 13			
Q (L/s)	Hf (m)	Hf/Q	$\Delta Q$ (L/s)
-0.11	-0.18151	1.58488	0.00000
-0.11	-1.06361	9.28706	0.00000
0.36	0.34026	0.95720	0.00000
0.35	0.24034	0.69569	0.00000
0.33	0.24163	0.74239	0.00000
0.31	0.05166	0.16910	0.00000
0.27	0.37122	1.39834	0.00000
		0.00000	14.83468

7) Reservoir

Reservoir merupakan komponen penting dalam sistem penyediaan air bersih yang berfungsi sebagai tempat penampungan sementara air sebelum didistribusikan ke konsumen. Dalam sistem jaringan distribusi, reservoir berperan untuk menjaga kontinuitas pasokan air, menstabilkan tekanan, serta menjadi cadangan air pada saat terjadi fluktuasi permintaan atau gangguan operasional (Rakhim et al., 2020). Faktor fluktuasi pemakaian reservoir dan volume reservoir dapat dilihat pada Tabel 4.13 dan Tabel 4.14.

**Tabel 4.13. Faktor Fluktuasi Pemakaian Reservoir**  
**% PRODUKSI**

Jam	% Produksi	Akumulasi Produksi	Faktor Fluktuasi Pemakaian	%Pemakaian	Akumulasi Pemakaian	Selisih
00-01	4,17	4,17	0,4	1,67	1,67	2,50

% PRODUKSI						
Jam	% Produksi	Akumulasi Produksi	Faktor Fluktuasi Pemakaian	%Pemakaian	Akumulasi Pemakaian	Selisih
01-02	4,17	8,34	0,4	1,67	3,34	5,00
02-03	4,17	12,51	0,4	1,67	5,00	7,51
03-04	4,17	16,68	0,4	1,67	6,67	10,01
04-05	4,17	20,85	0,7	2,92	9,59	11,26
05-06	4,17	25,02	0,9	3,75	13,34	11,68
06-07	4,17	29,19	1,3	5,42	18,77	10,43
07-08	4,17	33,36	1,65	6,88	25,65	7,71
08-09	4,17	37,53	1,65	6,88	32,53	5,00
09-10	4,17	41,70	1,45	6,05	38,57	3,13
10-11	4,17	45,87	1,3	5,42	43,99	1,88
11-12	4,17	50,04	1,15	4,80	48,79	1,25
12-13	4,17	54,21	1,15	4,80	53,58	0,63
13-14	4,17	58,38	1,25	5,21	58,80	-0,42
14-15	4,17	62,55	1,25	5,21	64,01	-1,46
15-16	4,17	66,72	1,25	5,21	69,22	-2,50
16-17	4,17	70,89	1,45	6,05	75,27	-4,38
17-18	4,17	75,06	1,65	6,88	82,15	-7,09
18-19	4,17	79,23	1,05	4,38	86,53	-7,30
19-20	4,17	83,40	1,05	4,38	90,91	-7,51
20-21	4,17	87,57	0,75	3,13	94,03	-6,46
21-22	4,17	91,74	0,55	2,29	96,33	-4,59
22-23	4,17	95,91	0,45	1,88	98,20	-2,29
23-24	4,17	100,08	0,45	1,88	100,08	0,00
<b>Total</b>	<b>100</b>		<b>24</b>			

**Tabel 4.14.** Volume Reservoir

Flowrate	
0,0987	liter/second
9	m3/hari
% Volume Reservoir	
19	%
Volume Reservoir	
2	m3

8) Rekomendasi Pengolahan Air

Berdasarkan hasil uji kualitas air, didapatkan parameter yang tidak sesuai dengan standar baku mutu yaitu pH, Nitrat, Mangan, dan E.coli. Aini, et al. (2022) menyatakan bahwa aerasi *cascade aerator* mampu menurunkan kadar mangan di sumur gali yang berlokasi di Dusun Sawit, Kalurahan Panggunharjo, Kapanewon. Sewon, Kab. Bantul, Prov. Daerah Istimewa Yogyakarta sebesar 26,07%. Menurut Mangkurat et al. (2019), karbon aktif dari kulit kelapa muda dapat menurunkan nitrat hingga 60,25%, dengan konsentrasi akhir 19,59 mg/L. Selain itu, Marsono (2022) melaporkan bahwa *rapid sand filter* mampu menurunkan *E.coli* dari 410 MPN/100 ml hingga 0 MPN/100 ml.

## 5. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil uji di laboratorium terhadap kualitas mata air di RT 7 Kelurahan Sumber Rejo bahwa dinyatakan tidak sesuai dengan baku mutu air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023. Parameter yang tidak sesuai dengan standar baku mutu, yaitu Nitrat, pH, dan Mangan. Parameter biologi yang tidak sesuai baku mutu air bersih, yaitu E.coli. Sedangkan, parameter fisika telah sesuai dengan baku mutu.
2. Pengukuran debit dilakukan selama tujuh hari berturut-turut (17-22 februari 2025) pada tiga waktu berbeda yakni jam 07.00, 12.00, dan 17.00 WITA. Hasilnya menunjukkan bahwa debit aliran termasuk dalam kelas V (0,1–1 L/detik) menurut klasifikasi debit mata air. Kuantitas debit ini dapat digunakan hanya untuk pemenuhan kebutuhan air domestik dengan tingkat skala kecil dengan penduduk <1.000 jiwa.
3. Perencanaan SPAM di RT 7 Kelurahan Sumber Rejo dilakukan melalui tiga alternatif jaringan distribusi. Hasil analisis menunjukkan bahwa Alternatif 2 menjadi pilihan terbaik karena seluruh jaringan pipanya memiliki kecepatan aliran yang memenuhi standar (0,31–0,46 m/s) dan *headloss* di bawah batas maksimum 10 m/km. Alternatif ini mampu menjaga stabilitas aliran, mencegah endapan, serta memastikan distribusi air yang merata dan efisien. Sementara itu, Alternatif 1 dan 3 masih memiliki beberapa ruas pipa dengan kecepatan aliran di bawah standar, sehingga dinilai kurang optimal dibandingkan Alternatif 2.

### *Acknowledgments*

Penelitian ini didanai oleh Institut Teknologi Kalimantan melalui hibah internal Riset Dosen Pemula (RDP) tahun 2025 sesuai dengan Surat Penugasan Pelaksanaan Penelitian No: 2590/IT10/PPM.04/2025.

### References

- Afriyanda, R., Mulki, G. Z., & Fitriani, M. I. (2018). Analisis kebutuhan air bersih domestik di Desa Penjajap Kecamatan Pemangkat Kabupaten Sambas. *PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 6(2), 1–11. <https://doi.org/10.26418/jelast.v6i2.35186>
- Aini, F. N., Narto, & Haryanti, S. (2022). Penggunaan metode cascade aerator untuk penurunan kadar besi dan mangan air sumur gali. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 15(2), 131–140. <https://doi.org/10.29238/sanitasi.v15i2.1315>
- Akbar, M. T. (2022). Studi eksperimental kecepatan aliran slurry pada saluran tertutup. *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 25(1), 48–58. <https://doi.org/10.25042/jpe.052021.06>
- Blegur, W. A., Fallo, G., & Bria, E. Y. (2022). Kualitas mata air Lahurus sebagai mata air tradisional di Desa Lahurus Kabupaten Belu. *Sciscitatio*, 3(2), 53–61. <https://doi.org/10.21460/sciscitatio.2022.32.91>
- Diandi, A. A., Wardhani, E., & Kramawijaya, A. G. (2019). Analisis sumber air baku untuk memenuhi kebutuhan air Rusunawa Giriasih. *Journal of Environmental Engineering & Waste Management*, 4(2), 68–77. <https://doi.org/10.33021/jenv.v4i2.718>
- Harfadli, M. M., & Ulimaz, M. (2020). Study of environmental carrying capacity and water criticality index based on availability water in Balikpapan City. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 17(3), 253–262. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v17i3.253-262>
- Ichsan, M. H., Hairani, A., & Barid, B. (2023). Kajian kebutuhan dan ketersediaan sumber air SPAMDes di Dusun Kaliapak, Banjarsari, Samigaluh, KulonProgo. *Bulletin of Civil Engineering*, 2(2), 81–90. <https://doi.org/10.18196/bce.v2i2.15772>

- Ismail, R. T. F., & Wijaya, W. (2021). Analisa laju aliran fluida pada sistem jaringan pipa distribusi air bersih di kawasan kampus ITB Ganesha dengan metode Hardy-Cross. *Jurnal Rekayasa Industri dan Mesin (ReTIMS)*, 3(1). <https://doi.org/10.32897/retims.2021.3.1.1499>
- Mangkurat, W., Nurdiana, E., & Budiarto, A. (2019). Penurunan kadar amonia, nitrit, dan nitrat pada air sungai menggunakan karbon aktif sebagai solusi efisiensi chlorine. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII*. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Marasabessy, I., Maelissa, N., & Serang, R. (2023). Evaluasi ketersediaan kebutuhan dan penanggulangan air bersih di Dusun Lokki Desa Lokki Kecamatan Huamual Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Manumata*, 9(1), 119–121. <https://doi.org/10.51135/manumatav9i1p47-56>
- Marsono, B. D., Yuniarto, A., Purnomo, A., & Soedjono, E. S. (2022). Comparison Performances of Microfiltration and Rapid Sand Filter Operated in Water Treatment Plant. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1111(1), Article 012048. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1111/1/012048>
- Muzayana, F. U., & Hariani, S. (2019). Analisis warna, bau dan pH air di sekitar tempat pembuangan akhir II Karya Jaya Musi 2 Palembang. *Alkimia: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*, 3(1), 16–19. <https://doi.org/10.19109/alkimia.v3i1.3138>
- Ponomban, K. (2021). Perencanaan sistem penyediaan air bersih di Desa Eris Kecamatan Eris Kabupaten Minahasa. *Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado*, 9(4), 1–10. <https://ejournal.unsrat.ac.id>
- Rakhim, A., Nurnawaty, Riyan, S., & Habibur, R. (2020). Analisis Distribusi Air Bersih Pada Sistem Perpipaan Gedung Menara Iqra Kampus Unismuh Makassar. *Jurnal Teknik Hidro*, 13(2), 47–56
- Siswanto, Hendri, A., & Indriani, W. (2022). Analisis sistem jaringan pipa distribusi SPAM di Kecamatan Inuman Kabupaten Kuantan Singingi. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sipil*, 01(July), 10–17. <https://doi.org/10.36655/sepren.v4i1>
- Sudarmadji. 2013. *Mata Air: Perspektif Hidrologis dan Lingkungan*. Yogyakarta : Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada.
- Sudarmadji, S., Darmanto, D., Widyastuti, M., & Lestari, S. (2016). Pengelolaan mata air untuk penyediaan rumah tangga berkelanjutan di lereng selatan Gunungapi Merapi. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 23(1), 102–110. <https://jurnal.ugm.ac.id/JML/article/view/18779>
- Suyatno, Taba, H., & Waring, N. (2020). Simulasi sistem jaringan distribusi air bersih di Kampung Sabeyab Besar menggunakan EPANET 2.0. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(2), 10–23.
- Yafi, M., Azmeri, A., Kasury, A. R., Rahmawati, T., & Fauzi, M. (2023). Pemenuhan kekurangan air melalui simulasi jaringan pipa transmisi air bersih SPAM Kota Lhokseumawe. *Jurnal Teknik Sipil*, 30(2), 225–232. <https://doi.org/10.5614/jts.2023.30.2.10>