

Optimalisasi Sistem Penyediaan Air Minum Ex Pamsimas Desa Tampabulu

¹Safruddin, ²Minson Simatupang, ³Hasmina Tari Moku¹²³Magister Manajemen Rekayasa, Universitas HaluoleoEmail : d_safru@yahoo.comPublished: December, 2025

ABSTRACT

Water is a fundamental human need that cannot be substituted, and its fulfillment is a right of every citizen as mandated by Law Number 17 of 2019 concerning Water Resources. The PAMSIMAS program (Community-Based Drinking Water Supply) serves as a strategic instrument to realize this mandate, particularly in rural areas such as Tampabulu Village, Bombana Regency. This study aims to comprehensively examine the effectiveness of the community-based drinking water distribution system established through the PAMSIMAS program in Tampabulu Village and to provide solutions to the clean water issues faced by the local community. Using a descriptive quantitative research method, the study analyzes the efficiency and performance of the water distribution network through a hydraulic technical approach based on the Hazen-Williams formula. The results show that the raw water idle capacity is 1.84 liters/second, while the existing available capacity is only 1 liter/second, resulting in a deficit of 0.84 liters/second, which is addressed by adding a dug well. This addition does not affect the reservoir, as the existing reservoir volume of 18 m³ exceeds the required volume of 15.94 m³. The optimization of PAMSIMAS water services in Tampabulu Village has effectively resolved the community's complaints and water-related issues. Through the construction of a new dug well and installation of water meters, water flow has increased, pressure has stabilized, and social problems have been mitigated.

Keywords: PAMSIMAS, Hydraulic Analysis, Hazen-Williams, Raw Water, Tampabulu Village

ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan dasar manusia yang tidak tergantikan, dan pemenuhannya menjadi hak setiap warga negara sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 Tentang Sumber Daya Air. Program PAMSIMAS (Penyediaan Air Minum Berbasis Masyarakat) menjadi instrumen strategis untuk mewujudkan amanat undang-undang tersebut, khususnya di wilayah pedesaan seperti Desa Tampabulu, Kabupaten Bombana. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara mendalam efektivitas sistem jaringan air minum berbasis masyarakat yang telah dibangun melalui program PAMSIMAS di Desa Tampabulu dan memberikan solusi terhadap permasalahan air bersih yang dialami oleh Masyarakat Desa Tampabulu, dengan menggunakan metode penelitian kuantitatif deskriptif yang bertujuan untuk menganalisis efisiensi dan kinerja jaringan distribusi air minum menggunakan pendekatan teknis hidraulik berdasarkan rumus Hazen-Williams. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, idle capacity air baku sebesar 1,84 liter/detik. Sementara itu, kapasitas air baku eksisting yang tersedia saat ini hanya sebesar 1 liter/detik sehingga terdapat kekurangan debit sebesar 0,84 liter/detik yang dipenuhi melalui penambahan Sumur Gali. Penambahan ini tidak berpengaruh terhadap reservoir, karena volume reservoir eksisting adalah 18 m³ masih lebih besar dibanding kebutuhan yaitu 15,94 m³. Optimalisasi pelayanan air minum PAMSIMAS di Desa Tampabulu ini secara efektif dapat memecahkan semua permasalahan dan keluhan masyarakat Desa Tampabulu. Melalui penambahan Sumur Gali Baru dan pemasangan water meter, debit air menjadi bertambah, tekanan air menjadi lebih stabil dan masalah sosial terkendalikan.

Kata kunci: Pamsimas, Analisis Hidraulik, Hazen Williams, Air Baku, Desa Tampabulu

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan dasar manusia yang tidak tergantikan, dan pemenuhannya menjadi hak setiap warga negara. Di wilayah pedesaan, tantangan terhadap akses air minum yang aman dan berkelanjutan masih menjadi isu krusial, terutama karena keterbatasan

infrastruktur, kapasitas teknis, dan pendanaan. Pemerintah Indonesia telah menetapkan arah kebijakan pengelolaan sumber daya air melalui Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, yang menegaskan bahwa air adalah cabang produksi penting yang menguasai hajat hidup orang banyak dan dikuasai oleh negara untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat (Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 Tentang Sumber Daya Air).

Dalam Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, menyatakan bahwa hak rakyat atas air dijamin pemenuhannya oleh negara, terutama untuk kebutuhan pokok sehari-hari melalui sistem penyediaan air minum. Dalam konteks ini, program PAMSIMAS (Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat) menjadi instrumen strategis untuk mewujudkan amanat undang-undang tersebut, khususnya di wilayah pedesaan seperti Desa Tampabulu, Kabupaten Bombana. Namun, implementasi program PAMSIMAS di berbagai daerah masih menghadapi tantangan teknis dan manajerial, seperti distribusi air yang tidak merata, kebocoran jaringan, serta keterbatasan kapasitas pengelola lokal. Oleh karena itu, optimalisasi jaringan air minum PAMSIMAS menjadi langkah penting untuk memastikan bahwa prinsip-prinsip pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan, terpadu, dan berkeadilan sebagaimana diatur dalam (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2024, 2024) dapat diwujudkan secara nyata

Optimalisasi ini tidak hanya bertujuan meningkatkan efisiensi teknis, tetapi juga memperkuat peran kelembagaan desa dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan air minum. Dengan demikian, penelitian ini menjadi relevan untuk mengkaji strategi dan pendekatan yang dapat diterapkan dalam meningkatkan kinerja jaringan air minum PAMSIMAS di Desa Tampabulu, sebagai bagian dari upaya mendukung pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya target 6: "Menjamin ketersediaan dan pengelolaan air bersih serta sanitasi yang berkelanjutan untuk semua."

Pamsimas merupakan program nasional yang dirancang untuk memperluas akses masyarakat terhadap air minum yang layak, khususnya di wilayah pedesaan. Program Pamsimas ini hadir sebagai respons terhadap keterbatasan layanan air bersih yang masih dialami oleh banyak desa di Indonesia. Melalui pendekatan berbasis masyarakat, PAMSIMAS mendorong keterlibatan aktif warga dalam setiap tahapan kegiatan, mulai dari perencanaan hingga pengelolaan fasilitas air minum.

Sejak pertama kali diluncurkan tahun 2008, Program PAMSIMAS telah mengalami beberapa tahapan pelaksanaan. Pada **Tahap pertama (PAMSIMAS I, 2008–2010)** merupakan bagian dari upaya pencapaian Millennium Development Goals (MDGs), dengan cakupan sekitar 5.000 desa. Pendanaan berasal dari kombinasi pinjaman dan hibah Bank Dunia, Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN), serta kontribusi masyarakat. Fokus utama pada tahap ini adalah pembangunan sarana air minum dan sanitasi berbasis masyarakat, serta mendorong perubahan perilaku hidup bersih dan sehat.

Memasuki **tahap kedua (PAMSIMAS II, 2010–2015)**, cakupan program diperluas hingga lebih dari 11.000 desa. Penekanan diberikan pada penguatan kelembagaan lokal seperti Kelompok Pengelola Sistem Penyediaan Air Minum (KPSPAM), serta mendorong replikasi program oleh pemerintah daerah. Pendekatan berbasis masyarakat semakin diperkuat, dan mulai diintegrasikan ke dalam perencanaan pembangunan daerah.

Selanjutnya, **PAMSIMAS III (2016–2021)** menambah capaian 15.000 desa baru, dengan target utama memberikan akses air minum aman kepada 22,1 juta penduduk dan akses sanitasi layak kepada 14,9 juta penduduk. Tahap ini melibatkan kolaborasi lintas kementerian dan lembaga, serta menekankan aspek keberlanjutan sistem dan pengarusutamaan program dalam kebijakan daerah.

Pada **tahun 2022**, kegiatan PAMSIMAS dilanjutkan melalui pendekatan padat karya tunai di berbagai daerah, seperti Nusa Tenggara Barat (NTB). Dana sebesar Rp2,5 miliar dialokasikan untuk pembangunan sarana air minum dan sanitasi, dengan pelibatan aktif masyarakat dalam pelaksanaan dan pengelolaan. Program ini juga mendukung upaya penurunan angka stunting.

Kemudian, **tahun 2023** mencatat sebanyak 1.063 desa sebagai sasaran kegiatan PAMSIMAS. Fokus utama diarahkan pada peningkatan akses air minum di wilayah yang belum terlayani, serta penguatan kelembagaan lokal. Program ini juga diintegrasikan dengan strategi penanganan kemiskinan ekstrem dan percepatan penurunan stunting.

Terakhir, pada **tahun 2024**, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) melanjutkan kegiatan PAMSIMAS di 1.183 lokasi sebagai bagian dari strategi pencapaian target 100% akses air minum aman sesuai Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020–2024. Kegiatan ini dilaksanakan melalui skema Infrastruktur Berbasis Masyarakat (IBM) oleh Direktorat Air Minum Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Dalam regulasi terbaru, seperti yang tertuang dalam Surat Edaran Dirjen Cipta Karya No. 04/SE/DC/2021, disebutkan bahwa PAMSIMAS bertujuan untuk meningkatkan cakupan layanan air minum aman dan berkelanjutan, serta memperkuat kapasitas pemerintah daerah dalam perencanaan sektor air minum dan sanitasi. Program ini juga menekankan pentingnya prinsip inklusivitas, kesetaraan gender, dan akuntabilitas dalam pelaksanaannya.

Dampak positif dari PAMSIMAS terlihat dalam peningkatan akses air bersih, penurunan risiko stunting dan penyakit berbasis air lainnya seperti diare, kolera, disentri, dll. Selain itu, program Pamsimas turut memperkuat taraf hidup ekonomi, ketahanan pangan, kelembagaan lokal dan mendorong perubahan perilaku menuju pola hidup bersih dan sehat. Dengan kontribusinya terhadap peningkatan kualitas hidup dan pembangunan berkelanjutan, PAMSIMAS menjadi salah satu instrumen penting dalam mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SDGs) yaitu agenda global dengan 17 tujuan utama dan 169 target yang bertujuan untuk mengakhiri kemiskinan, melindungi lingkungan dan memastikan kesejahteraan, khususnya target ke-6 yaitu “menjamin ketersediaan dan pengelolaan air bersih serta sanitasi yang berkelanjutan untuk semua” yang berfokus pada akses universal terhadap air bersih dan sanitasi.

Tahun 2024 jumlah pelanggan PDAM Kabupaten Bombana mencapai 6.992 Pelanggan dengan jumlah air yang disalurkan sebesar 65.416 m³, dan untuk Kecamatan Poleang Utara, jumlah pelanggan tahun 2024 sejumlah 446 Sambungan Rumah atau sekitar 1.784 jiwa dengan jumlah air yang tersalurkan sebesar 49.873 m³ (Bombana dalam angka 2024). Ini berarti bahwa masih ada GAP pelayanan air bersih untuk masyarakat pedesaan di Kecamatan Poleang Utara sebesar 9.349 jiwa atau sebesar 2.337 Kepala Keluarga/Sambungan Rumah yang salah satunya mungkin merupakan Masyarakat Desa Tampabulu.

Sebagian besar sistem penyediaan air minum di Bombana menggunakan mata air sebagai sumber utama, dengan sistem distribusi berbasis gravitasi. Namun, kualitas air dari sumber ini dapat menurun saat musim hujan, seperti yang terjadi di SPAM IKK Rumbia, di mana air menjadi keruh dan berwarna. Begitupun dengan kondisi sistem penyediaan air minum di Desa Tampabulu yang mayoritas menggunakan sumber air dari sumur air dangkal yang secara kasat mata kondisi airnya berwarna. Untuk memanfaatkan muka air tanah yang dangkal, masyarakat Desa Tampabulu membuat sumur dangkal yang berfungsi untuk mengambil air yang relative dekat dengan permukaan tanah yang dengan kedalaman sumur berkisar antara 5-15 meter. Air yang diambil berasal dari lapisan tanah yang jenuh air, yang terbentuk dari resapan air hujan atau limpasan permukaan.



Gambar 1 Salah satu sumur dangkal Masyarakat Desa Tampabulu

Desa Tampabulu terletak di Kecamatan Poleang Utara, Kabupaten Bombana. Memiliki luas wilayah 37,35 Km persegi, dan jumlah penduduk mencapai 2.376 jiwa atau 594 Kepala Keluarga menurut data BPS tahun 2025, dan mayoritas penduduknya bekerja sebagai petani. Desa Tampabulu terdiri dari 5 (lima) dusun yaitu Dusun 1 (Walaka), dusun 2 (Pungkowu), dusun 3 (Usura), dusun 4 (Marada), dan dusun 5 (Larete Honda) dengan kondisi eksisting dusun 1, 2, dan 3 yang cenderung rata, sedangkan Dusun 4 dan 5 cenderung menanjak dan berbukit.

Desa Tampabulu memiliki sumber air yang melimpah karena dilalui oleh jaringan irigasi sekunder yang mengairi area persawahan yang sebagian besar berada di Desa Tampabulu. Selain itu, muka air tanah yang dangkal menjadikan masyarakat tidak mengalami kesulitan untuk mendapatkan air. Kondisi ini menjadi permasalahan utama bagi seluruh Masyarakat Desa Tampabulu karena muka air tanah dangkal rentan terhadap kontaminasi dari permukaan tanah (limbah rumah tangga, aktivitas manusia). (https://id.wikipedia.org/wiki/Muka_air_tanah#cite_note-1, 2025)

Selain itu, minimnya drainase permukiman serta sanitasi yang tidak layak dan tidak kedap air berpotensi terjadinya peningkatan pencemaran air di Desa Tampabulu. Hal ini juga menjadi penyebab Desa Tampabulu masuk dalam lokus stunting sesuai dengan hasil audit Kasus Stunting oleh DP3A Bombana pada Oktober 2023, yang dilaksanakan oleh Dinas Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak (DP3A). Audit ini bertujuan untuk mengedukasi masyarakat tentang pola asuh, pola makan, dan perilaku hidup sehat sebagai upaya pencegahan stunting.



Gambar 2 Sumber air untuk persawahan yang berada disekitar permukiman

Pada tahun 2022, Desa Tampabulu mendapatkan alokasi anggaran untuk kegiatan Pamsimas dengan memanfaatkan sumber air baku dari sumur gali sedalam 10 meter, dan debit air mencapai 1,8 liter/detik. Kualitas air pada sumur ini lebih baik dibandingkan dengan

kualitas air yang dikonsumsi oleh Masyarakat Desa Tampabulu pada umumnya, yaitu tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak terdapat endapan kapur setelah dipanaskan. Lokasi penggalian sumur ini berada dilahan kosong dibelakang kawasan permukiman, dan berada dalam area pepohonan. Penerima layanan air bersih sebanyak 77 sambungan rumah, dari 77 sambungan rumah tersebut, terdapat beberapa keluhan masyarakat berkaitan dengan ketersediaan air PAMSIMAS Desa Tampabulu yaitu:

- Air yang sering habis pada jam puncak pemakaian air yaitu di pagi hari dan sore hari
- Tekanan air pada SR paling ujung menurun drastis
- Adanya kecemburuan sosial karena pemakaian air yang tidak merata



Gambar 3 Reservoir dan Sumur Dangkal Eksisting

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada jaringan distribusi air pada SPAM ex Pamismas yang berada di Desa Tampabulu, Kecamatan Poleang Utara. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2025. Adapun metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif deskriptif yang bertujuan untuk menganalisis efisiensi dan kinerja jaringan distribusi air minum menggunakan pendekatan teknis hidraulik berdasarkan rumus Hazen-Williams. Persamaan Hazen-Williams adalah formula empiris yang digunakan untuk memperkirakan laju aliran air dan kehilangan tekanan akibat gesekan dalam pipa (Putri Jul Azkina et al., n.d.).

Data dan Sumber Data

Penelitian ini dilakukan menggunakan data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari sumber asli melalui proses pengumpulan data oleh peneliti sendiri (Rahman JH, n.d.). Dalam penelitian ini data primer diperoleh melalui wawancara dan observasi lapangan terhadap kondisi system penyediaan air minum PMSIMAS yang ada di Desa Tampabulu. Sedangkan Data Sekunder menurut (Ardiansyah et al., n.d.) adalah data yang diperoleh dari sumber yang telah ada, seperti laporan instansi, dokumen resmi, atau publikasi ilmiah. Adapun data sekunder pada penelitian ini adalah berupa Data Statistik pertumbuhan penduduk, laporan pelaksanaan PAMSIMAS Kementerian Pekerjaan Umum.

Metode Perhitungan

Perhitungan pada penelitian ini dilakukan menggunakan rumus Hazen-Williams untuk menganalisis karakteristik aliran dalam pipa, meliputi:

a. Head Loss (Hf)

Menurut (Surya Adyatma, n.d.) Head loss adalah kerugian aliran yang terdiri atas head kerugian gesek di dalam pipa-pipa, dan head kerugian di dalam belokan-belokan, reducer, katup-katup, dan sebagainya. Head Loss dihitung menggunakan rumus :

$$H_f = \left(\frac{3.59 \cdot Q \cdot 10^6}{D^{2.63} \cdot C} \right)^{1.85}$$

Simbol	Keterangan	Satuan	Penjelasan
Hf	Head Loss	m	
Q	Debit aliran	M3/S	Volume air yang mengalir per satuan waktu.
S	Kemiringan Energi	-	Menunjukkan seberapa curam garis energi hidrolik
C	Koefisien kekasaran Hazen-Williams	-	Nilai empiris yang menunjukkan tingkat kekasaran permukaan dalam pipa. Contoh: PVC = 150, Galvanis = 120, Besi tuang = 100–130.

b. Diameter Pipa Teoritis (D)

Merupakan ukuran diameter pipa yang dihitung secara matematis berdasarkan kebutuhan aliran fluida, tekanan yang tersedia, dan karakteristik sistem perpipaan. Diameter Pipa Teoritis dapat dihitung menggunakan rumus:

$$D = \left(\frac{3.59 \cdot Q \cdot 10^6}{S^{0.54} \cdot C} \right)^{0.38}$$

c. Kecepatan Aliran (V)

ukuran seberapa cepat fluida (seperti air) bergerak melalui suatu penampang pipa atau saluran. Hitungan ini sangat berguna untuk mendapatkan efisiensi, mencegah sedimentasi dan menjaga tekanan tetap stabil. Kecepatan Aliran dapat dihitung menggunakan rumus:

$$V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot (D/1000)^2}$$

d. Slope (S)

Merupakan kemiringan hidrolis yang menunjukkan seberapa besar penurunan tekanan atau energi per satuan panjang pipa. Slope dapat dihitung menggunakan rumus:

$$S = \frac{\Delta H}{L} \cdot 100$$

Analisis Data

Analisis sistem distribusi air dilakukan melalui serangkaian tahapan yang dimulai dengan simulasi hidrolik manual. Pada tahap ini, digunakan data hasil perhitungan berdasarkan persamaan Hazen-Williams untuk setiap segmen jaringan perpipaan. Parameter yang dianalisis meliputi head loss per 100 meter, kecepatan aliran, sisa tekanan, serta Hydraulic Grade Line (HGL). Tujuan dari simulasi ini adalah untuk memahami karakteristik aliran dan distribusi tekanan di seluruh jaringan.

Langkah selanjutnya adalah evaluasi kinerja jaringan dengan membandingkan hasil simulasi terhadap standar teknis yang berlaku. Beberapa indikator evaluasi yang digunakan antara lain: kecepatan aliran ideal untuk pipa PVC yang berada dalam rentang 0,3 hingga 2,5 m/s, nilai head loss maksimum yang dapat diterima untuk menjaga efisiensi sistem, serta

tekanan minimum yang harus tersedia di titik-titik distribusi agar kebutuhan pengguna akhir tetap terpenuhi.

Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, dilakukan identifikasi terhadap titik-titik kritis dalam jaringan. Titik kritis didefinisikan sebagai segmen jaringan yang menunjukkan nilai head loss yang tinggi, tekanan yang rendah, atau kecepatan aliran yang berada di luar batas ideal. Identifikasi ini penting untuk menentukan bagian-bagian sistem yang memerlukan intervensi teknis lebih lanjut. Sebagai tindak lanjut dari identifikasi tersebut, disusun rekomendasi optimasi teknis untuk meningkatkan kinerja sistem distribusi. Rekomendasi ini dapat berupa perubahan diameter pipa untuk menyesuaikan kapasitas aliran, penggantian material pipa untuk mengurangi kekasaran dan head loss, serta penambahan debit air melalui sumber air baru, penambahan reservoir, penambahan jaringan distribusi atau bahkan penambahan booster pump pada lokasi strategis guna meningkatkan tekanan dan kontinuitas aliran.

PEMBAHASAN

Perhitungan kebutuhan air dan desain jaringan perpipaan di Desa Tampabulu dilakukan menggunakan rumus **Hazen-Williams**, dengan parameter teknis sebagaimana terlampir pada table berikut:

No	Uraian	Satuan	Tahun Proyeksi Ke - 5		Keterangan
			Tahun Rencana	Tahun Proyeksi	
1	Jumlah Penduduk	Jiwa	494	643	Rata - Rata Proyeksi Penduduk Tahun 5,40%.
2	Pelayanan Penduduk	%	100	100	Direncanakan Pelayanan SR 100%.
3	Pelayanan SR	Jiwa	4	4	Asumsi Permen PUPR Jumlah Jiwa/SR 4 s/d 5 Jiwa.
		Jiwa/SR	124	161	
4	Pemakaian Air	Lt/Org/Hr	90	90	Asumsi Permen PUPR 60 s/d 90 Lt/Org/Hr.
		Lt/SR/Hr	360	360	
5	Domestik	Lt/Dtk	0,51	0,67	
6	Non Domestik	%	5	5	Asumsi Permen PUPR 5% Domestik.
		Lt/Dtk	0,03	0,03	
7	Total Kebutuhan Air	Lt/Dtk	0,54	0,70	
8	Kehilangan Air	%	20	20	Asumsi Permen PUPR 10% s/d 20%.
		Lt/Dtk	0,11	0,14	
9	Faktor Pengaliran				
	Rata - Rata	Lt/Dtk	0,65	0,84	
	Harian Maksimum	Faktor	1,25	1,25	Asumsi Permen PUPR 1,15 s/d 1,25.
		Lt/Dtk	0,81	1,05	
		m ³ /Hr	70,02	91,09	
	Jam Puncak	Faktor	1,75	1,75	Asumsi Permen PUPR 1,75.
		Lt/Dtk	1,42	1,84	
		m ³ /Hr	122,54	159,40	
10	Kebutuhan Air Baku	Lt/Dtk	1,42	1,84	Besarnya Debit Perencanaan Kebutuhan Air Baku.
11	Volume Reservoir	%	10,00	10,00	Asumsi Permen PUPR 5% s/d 10% Jam Puncak.
		m ³	12,25	15,94	

Table 1. Perhitungan Kebutuhan Air Desa Tampabulu

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari hasil survei lapangan yang telah dilakukan secara langsung di lokasi studi. Selain itu, acuan teknis yang digunakan merujuk pada (*SE Dirjen CK Nomor 13 Tahun 2022 Tentang Pedoman Teknis Pelaksanaan Kegiatan Infrastruktur Berbasis Masyarakat, n.d.*) Peraturan ini menjadi dasar dalam menentukan kebutuhan kapasitas, dimensi infrastruktur, serta standar teknis sistem distribusi air bersih.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, idle capacity air baku yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebesar 1,84 liter/detik. Sementara itu, kapasitas air baku eksisting yang tersedia saat ini hanya sebesar 1 liter/detik, yang bersumber dari air tanah dangkal melalui sumur gali yang dibangun oleh Program PAMSIMAS pada tahun 2022. Dengan demikian, terdapat kekurangan debit sebesar 0,84 liter/detik yang perlu dipenuhi agar sistem dapat beroperasi secara optimal sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Kekurangan debit ini ditambahkan melalui penambahan sumur gali baru yang berlokasi dekat sumur PAMSIMAS, dimana berdasarkan hasil pengujian memiliki kualitas yang baik, sama seperti sumur gali eksisting yang digunakan oleh PAMSIMAS.

Penelitian juga mencakup evaluasi terhadap kapasitas reservoir. Volume reservoir yang dibutuhkan untuk mendukung sistem distribusi air bersih adalah sebesar 15,94 m³. Sementara itu, volume reservoir eksisting yang telah dibangun oleh Program PAMSIMAS

pada tahun 2022 adalah 18 m³, dengan dimensi bangunan panjang 3 meter, lebar 3 meter, dan tinggi 2,5 meter. Berdasarkan perbandingan tersebut, tidak diperlukan pembangunan reservoir baru. Sehingga penambahan debit melalui sumur gali baru tidak membutuhkan penambahan volume reservoir.

Proses pengisian air ke dalam reservoir dilakukan melalui sistem pompanisasi dari masing-masing sumur gali menuju bangunan reservoir. Waktu yang dibutuhkan untuk mengisi reservoir hingga penuh adalah sekitar 1 jam, dengan menggunakan pompa berkapasitas antara 1 hingga 1,5 liter/detik. Sistem ini memungkinkan pengisian yang efisien dan mendukung kontinuitas distribusi air ke masyarakat. Distribusi air kepada masyarakat saat ini dilakukan dengan sistem gravitasi, menggunakan pipa PVC S-12,5 Moff berdiameter 2 inch sepanjang 2.502 meter. Jaringan ini dibangun oleh Program PAMSIMAS pada tahun 2022 dan melayani tiga dusun, yaitu Dusun I (Walaka), Dusun II (Pongkowu), dan Dusun III (Usura). Jumlah sambungan rumah (SR) yang telah terpasang sebanyak 77 unit, terdiri dari 5 unit yang menggunakan meteran air (dari PAMSIMAS) dan 72 unit yang tidak menggunakan meteran. Sistem pengaliran saat ini dilakukan maksimal selama 8 jam per hari.

Dalam penelitian lanjutan, akan dilakukan perluasan jaringan distribusi dengan sistem gravitasi menggunakan pipa PVC S-12,5 Moff berdiameter 1,5 inch sepanjang 1.946 meter. Jaringan ini akan melayani wilayah tambahan di Dusun II (Pongkowu), Dusun III (Usura), dan Dusun IV (Marada). Jumlah sambungan rumah yang akan ditambahkan sebanyak 46 unit, sehingga total sambungan rumah menjadi 123 unit. Dengan perluasan ini, sistem pengaliran direncanakan dapat beroperasi hingga maksimal 23 jam per hari.

Penelitian ini dirancang untuk berlaku mulai tahun 2025 hingga 2030, mencakup lima tahun ke depan. Sebagai tindak lanjut dari analisis kebutuhan air minum, akan dilakukan perhitungan hidraulik jaringan perpipaan menggunakan rumus Hazen-Williams untuk mengevaluasi efisiensi aliran, head loss, dan tekanan dalam sistem distribusi. Berikut terlampir table hasil perhitungan hidraulik menggunakan rumus Hazen Wiliams:

No	Jalur Pipa	Node	DATA				BEBAN NODE					BEBAN PIPA					PERHITUNGAN HEAD LOSS							Keterangan
			H = Elevasi (Meter)	ΔH = Beda Tinggi (Meter)	L = Panjang Pipa (Meter)	S = Gradien Hidrolik (%)	Jumlah Penduduk Yang Dilayani (Jiwa)	Kebutuhan Air (Liter/Detik)	Jumlah Penduduk Proyeksi 5 Tahun (Jiwa)	Kebutuhan Air Proyeksi 5 Tahun (Liter/Detik)	Kebutuhan Air Jam Puncak (Liter/Detik)	Jumlah Penduduk Yang Disuplai (Jiwa)	Jumlah Penduduk Proyeksi 10 Tahun (Jiwa)	Flow (Liter/Detik)	Flow Jam Puncak (Liter/Detik)	C = Koefisien Kekasaran Hazen William	D = Diameter Pipa Desain Teoritis (Milimeter)	D = Diameter Pipa Desain (Milimeter)	HF Hloss Per 100 Meter = Kehilangan Tenaga (Meter)	Total HF Hloss 10% Minor Loss (Meter)	HGL = Garis Tinggi Hydrolis (Meter)	Sisa Tekanan (Meter)	V = Kecepatan Rata-Rata Dalam Pipa (Meter/Detik)	
		SG - I	18,34																		18,34			
1	SG - I - R	R	34,67	-16,33	48	-34,02	0	0,00	0	0,00	0,00	494	643	0,67	1,17	140	24,39	50	1,04	0,60	17,74	-16,93	0,60	Jaringan Eksisting
		SG - II	19,53																		19,53			
2	SG - II - R	R	34,67	-15,14	54	-28,04	0	0,00	0	0,00	0,00	494	643	0,67	1,17	140	25,38	50	1,04	0,67	18,86	-15,81	0,60	Jaringan Baru
	Segmen I	R	32,67																		32,67			
3	R - P1	P1	3,13	29,54	6	492,33	0	0,00	0	0,00	0,00	494	643	0,67	1,17	140	14,09	63	0,34	0,02	32,65	29,52	0,38	Jaringan Eksisting
4	P1 - P2	P2	23,08	-19,95	12	-166,25	0	0,00	0	0,00	0,00	494	643	0,67	1,17	140	17,61	63	0,34	0,05	32,60	9,52	0,38	Jaringan Eksisting
5	P2 - P3	P3	22,12	0,96	96	1,00	20	0,02	26	0,03	0,05	494	643	0,67	1,17	140	50,29	63	0,34	0,39	32,21	10,09	0,38	Jaringan Eksisting
6	P3 - P4	P4	21,06	1,06	252	0,42	32	0,03	42	0,04	0,08	468	609	0,63	1,11	140	58,85	63	0,31	0,92	31,28	10,22	0,36	Jaringan Eksisting
7	P4 - P5	P5	22,09	-1,03	42	-2,45	12	0,01	16	0,02	0,03	426	555	0,58	1,01	140	39,56	63	0,26	0,13	31,15	9,06	0,32	Jaringan Eksisting
8	P5 - P6	P6	19,22	2,87	264	1,09	42	0,04	55	0,06	0,10	411	534	0,56	0,97	140	46,09	63	0,24	0,76	30,39	11,17	0,31	Jaringan Eksisting
9	P6 - P7	P7	22,05	-2,83	426	-0,66	26	0,03	34	0,04	0,06	356	463	0,48	0,84	140	48,30	63	0,18	0,94	29,45	7,40	0,27	Jaringan Eksisting
10	P7 - P8	P8	15,08	6,97	210	3,32	34	0,04	44	0,05	0,08	322	419	0,44	0,76	140	33,43	63	0,15	0,39	29,06	13,98	0,25	Jaringan Eksisting
							166	0,17	216	0,22	0,39													
	Segmen II	P1	3,13																		32,65			
11	P1 - P9	P9	23,03	-19,90	144	-13,82	12	0,01	16	0,02	0,03	57	74	0,08	0,14	140	12,92	50	0,02	0,03	32,61	9,58	0,07	Jaringan Baru
12	P9 - P10	P10	23,08	-0,05	354	-0,01	28	0,03	36	0,04	0,07	41	54	0,06	0,10	140	46,98	50	0,01	0,05	32,57	9,49	0,05	Jaringan Baru
13	P10 - P11	P11	22,12	0,96	300	0,32	17	0,02	22	0,02	0,04	5	6	0,01	0,01	140	11,07	50	0,00	0,00	32,57	10,45	0,01	Jaringan Baru
							57	0,06	74	0,08	0,14													
	Segmen III	P2	23,08																		32,60			
14	P2 - P12	P12	22,21	0,87	48	1,81	8	0,01	10	0,01	0,02	8	10	0,01	0,02	140	9,29	63	0,00	0,00	32,60	10,39	0,01	Jaringan Eksisting
							8	0,01	10	0,01	0,02													
	Segmen IV	P2	23,08																		32,60			
15	P2 - P13	P13	22,15	0,93	174	0,53	21	0,02	27	0,03	0,05	21	27	0,03	0,05	140	17,23	50	0,00	0,01	32,59	10,44	0,03	Jaringan Baru
							21	0,02	27	0,03	0,05													
	Segmen V	P3	22,12																		32,21			
16	P3 - P14	P14	21,24	0,88	180	0,49	16	0,02	21	0,02	0,04	16	21	0,02	0,04	140	15,82	63	0,00	0,00	32,21	10,97	0,01	Jaringan Eksisting
							16	0,02	21	0,02	0,04													

No	Jalur Pipa	Node	DATA				BEBAN NODE					BEBAN PIPA					PERHITUNGAN HEAD LOSS							Keterangan
			H = Elevasi (Meter)	ΔH = Beda Tinggi (Meter)	L = Panjang Pipa (Meter)	S = Gradien Hidrolik (%)	Jumlah Penduduk Yang Dilayani (Jiwa)	Kebutuhan Air (Liter/Detik)	Jumlah Penduduk Proyeksi 5 Tahun (Jiwa)	Kebutuhan Air Proyeksi 5 Tahun (Liter/Detik)	Kebutuhan Air Jam Puncak (Liter/Detik)	Jumlah Penduduk Yang Disuplai (Jiwa)	Jumlah Penduduk Proyeksi 10 Tahun (Jiwa)	Flow (Liter/Detik)	Flow Jam Puncak (Liter/Detik)	C = Koefisien Kekasaran Hazen William	D = Diameter Pipa Desain Teoritis (Milimeter)	D = Diameter Pipa Desain (Milimeter)	HF Hloss Per 100 Meter = Kehilangan Tenaga (Meter)	Total HF Hloss 10% Minor Loss (Meter)	HGL = Garis Tinggi Hidroliis (Meter)	Sisa Tekanan (Meter)	V = Kecepatan Rata-Rata Dalam Pipa (Meter/Detik)	
	Segmen VI	P3	22,12																		32,21			
17	P3 - P15	P15	23,06	-0,94	180	-0,52	51	0,05	66	0,07	0,12	120	156	0,16	0,28	140	33,56	63	0,02	0,05	32,15	9,09	0,09	Jaringan Eksisting
18	P15 - P16	P16	22,05	1,01	24	4,21	8	0,01	10	0,01	0,02	54	70	0,07	0,13	140	16,11	50	0,02	0,00	32,15	10,10	0,06	Jaringan Baru
19	P16 - P17	P17	19,37	2,68	396	0,68	61	0,06	79	0,08	0,14	43	56	0,06	0,10	140	21,60	50	0,01	0,05	32,09	12,72	0,05	Jaringan Baru
							120	0,13	156	0,16	0,28													
	Segmen VII	P5	22,09																		31,15			
20	P5 - P18	P18	21,23	0,86	168	0,51	24	0,03	31	0,03	0,06	24	31	0,03	0,06	140	18,28	63	0,00	0,00	31,15	9,92	0,02	Jaringan Eksisting
							24	0,03	31	0,03	0,06													
	Segmen VIII	P7	22,05																		29,45			
21	P7 - P19	P19	22,12	-0,07	264	-0,03	7	0,01	9	0,01	0,02	27	35	0,04	0,06	140	35,10	63	0,00	0,00	29,44	7,32	0,02	Jaringan Eksisting
22	P19 - P20	P20	17,06	5,06	354	1,43	20	0,02	26	0,03	0,05	18	23	0,02	0,04	140	13,25	63	0,00	0,00	29,44	12,38	0,01	Jaringan Eksisting
							27	0,03	35	0,04	0,06													
	Segmen IX	P9	23,03																		32,61			
23	P9 - P21	P21	22,31	0,72	192	0,38	9	0,01	12	0,01	0,02	21	27	0,03	0,05	140	18,52	50	0,00	0,01	32,61	10,30	0,03	Jaringan Baru
24	P21 - P22	P22	23,23	-0,92	62	-1,48	12	0,01	16	0,02	0,03	9	12	0,01	0,02	140	10,25	50	0,00	0,00	32,61	9,38	0,01	Jaringan Baru
							21	0,02	27	0,03	0,05													
	Segmen X	P10	23,08																		32,57			
25	P10 - P23	P23	24,05	-0,97	204	-0,48	22	0,02	29	0,03	0,05	34	44	0,05	0,08	140	21,19	50	0,01	0,02	32,55	8,50	0,04	Jaringan Baru
26	P23 - P24	P24	26,04	-1,99	96	-2,07	12	0,01	16	0,02	0,03	5	7	0,01	0,01	140	7,78	50	0,00	0,00	32,55	6,51	0,01	Jaringan Baru
							34	0,04	44	0,05	0,08													
							494	0,51	643	0,67	1,17													

Table 2 Perhitungan Debit Air dan Rencana Jaringan Distribusi Air Desa Tampabulu

Tabel diatas menjelaskan bahwa Sistem distribusi air di Desa Tampabulu mengandalkan dua sumber air baku berupa sumur gali, yaitu Sumur Gali I (SG-I) dan Sumur Gali II (SG-II). SG-I merupakan sumber eksisting dengan elevasi 18,34 meter dan debit sekitar 0,67 liter per detik. Namun, tekanan sisa yang rendah ($\pm 0,59$ meter) menunjukkan bahwa kapasitas SG-I mulai terbatas dalam memenuhi kebutuhan air seiring pertumbuhan penduduk. Sebagai solusi, SG-II dibangun sebagai sumur baru dengan elevasi 19,53 meter dan debit yang setara dengan SG-I. Tekanan sisa yang lebih tinggi ($\pm 0,67$ meter) menjadikan SG-II sebagai sumber yang lebih stabil, terutama dalam mendukung distribusi pada jaringan baru.

Penambahan SG-II berfungsi sebagai strategi optimalisasi sistem, dengan tujuan meningkatkan total debit air baku, menyeimbangkan tekanan dalam jaringan, serta mengurangi beban kerja SG-I. Dengan demikian, keluhan masyarakat bahwa air yang sering habis pada jam puncak pemakaian air yaitu di pagi hari dan sore hari serta tekanan air pada SR paling ujung menurun drastis dapat teratasi. Dengan penambahan SG-II menjadikan umur teknis dan pelayanan SG-I dapat diperpanjang dan risiko kegagalan sistem dapat diminimalkan.

Evaluasi terhadap kinerja sistem distribusi menunjukkan bahwa segmen dengan elevasi rendah memiliki tekanan sisa yang tinggi, yang berpotensi menimbulkan overpressure jika tidak dikendalikan. Sementara itu, segmen jaringan yang memiliki panjang lebih dari 300 meter menunjukkan peningkatan head loss yang signifikan. Selain itu, kecepatan aliran di beberapa segmen mendekati batas bawah (0,15 m/s), yang berisiko menyebabkan sedimentasi dalam pipa.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dari hasil perhitungan Hazen Williams, secara teoritis optimalisasi pelayanan air minum PAMSIMAS di Desa Tampabulu secara efektif dapat memecahkan semua permasalahan dan keluhan masyarakat Desa Tampabulu. Melalui penambahan Sumur Gali Baru, debit air menjadi bertambah, tekanan air menjadi lebih stabil, dan terjadi penambahan pelanggan baru sebesar 46 Sambungan Rumah. Untuk masalah sosial yang terjadi karena pemakaian air yang tidak merata, direkomendasikan untuk penggunaan water meter pada semua Sambungan Rumah.

Rekomendasi pada sistem distribusi karena adanya peningkatan head loss yang signifikan pada segmen jaringan yang memiliki Panjang lebih dari 300 meter memerlukan evaluasi efisiensi desain serta kemungkinan penambahan katup tekanan atau penerapan zonasi distribusi seperti District Meter Area (DMA). Sedangkan untuk mencegah sedimentasi dalam pipa akibat kecepatan aliran mendekati 0,15 meter/detik diperlukan tindakan pemeliharaan seperti flushing berkala untuk menjaga kualitas air dan mencegah penurunan kapasitas aliran. Secara keseluruhan, sistem distribusi air di Desa Tampabulu menunjukkan performa yang cukup baik, namun tetap memerlukan pengawasan dan penyesuaian teknis untuk menjamin keberlanjutan layanan air minum.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, Risnita, & Jailani MS. (n.d.). *Teknik Pengumpulan Data Dan Instrumen Penelitian Ilmiah*. <http://ejournal.yayasanpendidikandzurriyatulquran.id/index.php/ihsan>
- Dika, O. :, Sasmito, W., Subakti, S., Yulianti, E., Roostrianawaty, N., & Mundra, W. (2022). PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH KECAMATAN LOWOKWARU KOTA MALANG. In *Student Journal GELAGAR* (Vol. 1, Issue 1). https://id.wikipedia.org/wiki/Muka_air_tanah#cite_note-1. (2025, October).
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2024, Pub. L. No. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2024, Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia 1 (2024).
- Putra, R. E., & Zevi, Y. (2021). ANALISA KEBERLANJUTAN SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM PERDESAAN BERBASIS MASYARAKAT (STUDI KASUS: PROGRAM PAMSIMAS DESA PONGGANG DAN DESA TALAGASARI, JAWA BARAT). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 27(2), 53–70. <https://doi.org/10.5614/j.tl.2021.27.2.5>
- Putri Jul Azkina, A., Siti Habibah, A., Amin Latif, A., Sar, ud, Sumohardjo Km, U., Kec Panakkukang, P., Makassar, K., & Selatan, S. (n.d.). 92 *JILMATEKS (JURNAL ILMIAH MAHASISWA*

- TEKNIK SIPIL Analisis Kebutuhan Energi pada Pipa PVC dan Galvanis dengan Menggunakan Persamaan Darcy-Weisbach dan Hazen Williams. 10(1), 1–5. <https://doi.org/10.33096/vt1tfx24>*
- Rahman JH. (n.d.). *Rahman, J. (2021). Jenis Data Penelitian Teknik Analisis Data Geografi.*
- SE Dirjen CK Nomor 13 Tahun 2022 Tentang Pedoman Teknis Pelaksanaan Kegiatan Infrastruktur Berbasis Masyarakat.
- Surya Adyatma. (n.d.). *Analisis Head Loss Aliran Fluida Air dalam Pipa terhadap Variasi Sudut dan Material Elbow.*
- Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 Tentang Sumber Daya Air, Pub. L. No. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019, Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia 1 (2019).
- .