

Studi Kajian Air Baku Spam Tembudan

Tambaru

Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Berau
Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang, Indonesia

Korespondensi penulis: tambaru28tahir@gmail.com

Abstract: The Drinking Water Supply System (SPAM) is essential infrastructure for ensuring access to clean water. SPAM Tembudan, located in Batu Putih District, Berau Regency, plays a key role in supplying raw water for both domestic and non-domestic uses. This study analyzes the sustainability of SPAM Tembudan by evaluating raw water quality, availability, and system efficiency. Primary data were collected through field surveys, water sampling, and interviews with operators and residents. Water quality was assessed based on physical, chemical, and biological parameters, following Ministry of Health Regulation No. 492/Menkes/Per/IV/2010. Availability was evaluated through flow rate measurements and community water demand, while system efficiency was assessed by examining treatment efficiency and water loss (Non-Revenue Water/NRW). Findings reveal that most water quality parameters meet national standards, though some show signs of potential contamination. In terms of availability, raw water is currently sufficient to meet demand, but seasonal changes particularly during the dry season threaten long-term sustainability. The analysis also identifies inefficiencies in the distribution network, with notable water losses that need addressing. To ensure the long-term sustainability of SPAM Tembudan, the study recommends enhancing the treatment process, improving raw water resource management, and reducing distribution losses. Encouraging community involvement and strengthening the capacity of local operators are also critical for maintaining the system's performance. These strategies aim to secure reliable, high-quality drinking water for the community while supporting sustainable resource use.

Keywords: SPAM Tembudan, System Efficiency, Water, Water Quality, Water Quantity

Abstrak: Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) merupakan prasarana yang sangat penting dalam rangka menjamin ketersediaan air bersih. SPAM Tembudan yang terletak di Kecamatan Batu Putih, Kabupaten Berau, berperan penting dalam penyediaan air baku baik untuk keperluan domestik maupun nondomestik. Penelitian ini menganalisis keberlanjutan SPAM Tembudan dengan mengevaluasi kualitas, ketersediaan, dan efisiensi sistem air baku. Data primer dikumpulkan melalui survei lapangan, pengambilan sampel air, dan wawancara dengan operator dan warga. Kualitas air dinilai berdasarkan parameter fisika, kimia, dan biologi, sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/Menkes/Per/IV/2010. Ketersediaan dievaluasi melalui pengukuran laju aliran dan kebutuhan air masyarakat, sedangkan efisiensi sistem dinilai dengan memeriksa efisiensi pengolahan dan kehilangan air (Non-Revenue Water/NRW). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar parameter kualitas air memenuhi standar nasional, meskipun beberapa menunjukkan tanda-tanda potensi pencemaran. Dari segi ketersediaan, air baku saat ini cukup untuk memenuhi permintaan, tetapi perubahan musim terutama pada musim kemarau mengancam keberlanjutan jangka panjang. Analisis tersebut juga mengidentifikasi inefisiensi dalam jaringan distribusi, dengan kehilangan air yang signifikan yang perlu ditangani. Untuk memastikan keberlanjutan SPAM Tembudan dalam jangka panjang, studi tersebut merekomendasikan peningkatan proses pengolahan, perbaikan pengelolaan sumber daya air baku, dan pengurangan kehilangan distribusi. Mendorong keterlibatan masyarakat dan memperkuat kapasitas operator lokal juga penting untuk menjaga kinerja sistem. Strategi ini bertujuan untuk mengamankan air minum yang andal dan berkualitas tinggi bagi masyarakat sekaligus mendukung penggunaan sumber daya yang berkelanjutan.

Kata Kunci: SPAM Tembudan, Efisiensi Sistem, Air, Kualitas Air, Kuantitas Air

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

SPAM IKK Batu Putih, Kecamatan Batu Putih Kabupaten Berau dengan cakupan wilayah pelayanan: Kp.Tembudan dimana saat ini sudah tidak beroperasi lagi dikarenakan tidak ada sumber air baku (Rispan Kab. Berau 2020)

Dalam rangka memenuhi kebutuhan air minum yang berkualitas bagi masyarakat di wilayah Kampung Tembudan dan sekitarnya khususnya *Kampung Kayu Indah, Kampung Sumber Agung dan Tembuden*, diperlukan kajian mendalam mengenai potensi sumber air baku yang dapat dimanfaatkan untuk Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Tembudan. Studi ini diperlukan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan merekomendasikan sumber air baku yang optimal untuk pengembangan SPAM di wilayah tersebut

Perumusan Masalah

Berikut adalah beberapa rumusan masalah yang dapat digunakan untuk studi kajian air baku pada Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Tembudan di Kecamatan Batu Putih, Kabupaten Berau:

- a. Bagaimana kondisi kualitas dan kuantitas air baku di SPAM Tembudan?
 - Apakah kualitas air baku memenuhi standar baku mutu air minum?
 - Bagaimana ketersediaan air baku dalam memenuhi kebutuhan masyarakat di Kecamatan Batu Putih?
- b. Apa saja faktor yang mempengaruhi ketersediaan dan keberlanjutan sumber air baku di SPAM Tembudan?
 - Apakah terdapat potensi pencemaran yang dapat mempengaruhi kualitas air baku?
 - Bagaimana pengaruh musim kemarau dan hujan terhadap ketersediaan air baku?
- c. Bagaimana efisiensi sistem pengolahan air baku di SPAM Tembudan?
 - Apakah kapasitas pengolahan air sudah mencukupi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat?
 - Apa kendala yang dihadapi dalam pengolahan air baku menjadi air bersih?
- d. Apa strategi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan keberlanjutan pengelolaan air baku di SPAM Tembudan?
 - Bagaimana peran pemerintah dan masyarakat dalam menjaga kualitas dan kuantitas air baku?
 - Apa solusi teknis yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dan kapasitas SPAM?

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kerangka Pikir

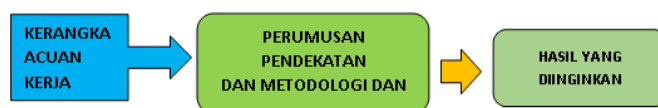
Ketersediaan air, khususnya di pulau kecil akan sangat tergantung pada air hujan dan kapasitas daerah tangkapan (*catchment area*). Oleh karena itu, mengetahui jumlah

curah hujan dan kapasitas daerah tangkapan sangat penting untuk mengetahui potensi ketersediaan air baku dari aspek kuantitasnya. Selain menghitung dan menganalisis data curah hujan, perlu juga melakukan telaah aspek hidrogeologi bawah permukaan wilayah studi, sedangkan aspek kualitas ditentukan oleh dua faktor yaitu faktor alami atau karena aktivitas pencemaran dari berbagai sumber.

Material terlarut (*solutes*) dalam air secara alami menggambarkan hasil dari sejumlah proses pelarutan dan pengendapan karena aliran air hujan di suatu wilayah (Hem, 1989). Air tanah berasal dari air hujan yang setelah jatuh di permukaan tanah, mengalir di permukaan dan meresap ke dalam tanah kemudian terakumulasi dalam zona jenuh (air tanah). Dengan demikian, maka dapat dipahami bahwa kualitas unsur-unsur yang terkandung dalam air tanah di suatu wilayah dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan geologi daerah setempat yang dilalui air hujan menuju zona jenuh (air tanah). Untuk memahami kondisi hidrokimia air tanah di Pulau Bintan dilakukan telaah terhadap kondisi geologi dan analisa laboratorium terhadap sejumlah sampel air yang diambil di lapangan.

Agar pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan secara efisien dan memberikan output dengan tepat sesuai dengan maksud, tujuan dan sasaran pekerjaan, Konsultan harus mempunyai pengetahuan dan penilaian terhadap beberapa hal.

- Kondisi fisik daerah studi dan rencana pengembangan wilayah.
- Gambaran kondisi masyarakat dalam kaitannya dengan kebutuhan air, kemauan dan kemampuan berlangganan air.
- Pemahaman terhadap kondisi eksisting sistem penyediaan air minum, karena pengembangan sistem harus berkesinambungan dan terintegrasi dengan sistem yang ada.
- Pemahaman terhadap studi-studi terkait, sehingga hasil kajian Teknis Air Baku ini dapat berjalan seiring dengan rencana pengembangan kota dan rencana-rencana dari studi terkait dengan demikian ada kesinambungan program dapat berjalan dengan baik.
- Mempelajari dan memahami Peraturan/Ketentuan dan Kebijakan Pemerintah dalam bidang air minum serta ketentuan-ketentuan lain yang berkaitan dengan perencanaan dan pembangunan air minum. Peraturan/Ketentuan tersebut akan menjadi pedoman serta acuan dalam melaksanakan pekerjaan ini.



Gambar 1 Pendekatan Umum Penyelesaian Pekerjaan

Pendekatan Kelembagaan

Pemerintah Kabupaten Berau cq Dinas Bina Marga, Cipta Karya, Tata Ruang, Petanahan dan Perumahan Rakyat sebagai penanggungjawab kegiatan akan berfungsi sentral agar diperoleh sinkronisasi program. Diperlukan penyatuan persepsi tentang maksud, tujuan dan sasaran pekerjaan ini.

Peranan konsultan dalam hal ini adalah mengajak semua pihak terkait berperan aktif dalam diskusi dan mengidentifikasi permasalahan, sehingga data-data eksisting yang diperoleh menjadi valid. Hal-hal yang perlu didiskusikan dengan instansi terkait adalah:

- Menyamakan persepsi dalam rangka penyusunan Rencana Induk Sistem Air Minum
- Menyamakan interpretasi tugas, kewajiban dan tanggung jawab masing-masing pihak yang terlibat dalam pelaksanaan pekerjaan ini.
- Mendiskusikan rencana kerja dan jadwal pelaksanaan.
- Merencanakan sistem komunikasi yang efektif dan terorganisir antara Konsultan dengan instansi terkait di tingkat propinsi maupun tingkat Kabupaten/Kota.
- Prosedur dan perizinan (*surat izin survey*) bila diperlukan.

Pendekatan Teknis

a. Umum

Penyusunan Kajian Teknis Air Baku secara garis besar dibuat berdasarkan kondisi dan tingkat pelayanan eksisting, keberadaan sumber air, target yang ingin dicapai, kriteria teknis yang berlaku dan kelayakan teknis serta keuangan dari sistem yang direncanakan. Oleh karena itu dalam penentuan alternatif sistem haruslah didukung dengan data lengkap dan akurat, analisis yang dilakukan berpedoman kepada kriteria teknis dan kriteria perencanaan yang berlaku sehingga diperoleh hasil yang optimal sesuai dengan target dan sasaran pekerjaan ini. Permasalahan sistem penyediaan air minum pada umumnya adalah :

- Kapasitas produksi dan perluasan jaringan distribusi tidak dapat mengimbangi perkembangan daerah terbangun dan pertumbuhan jumlah penduduk.
- Kebocoran/kehilangan air yang cukup tinggi.
- Keterbatasan sumber air baku.
- Keterbatasan pendanaan untuk investasi.
- Kurangnya kesempatan untuk peningkatan sumber daya manusia.

Pendekatan teknis untuk penyusunan Kajian Teknis Air Baku ini antara lain:

- Pengumpulan Data
 - Identifikasi Sumber Air : Mengidentifikasi sumber air baku, seperti sungai, danau, atau sumur.
 - Pengambilan Sampel Air : Mengambil sampel air dari berbagai titik untuk analisis kualitas.
- Analisis Kualitas Air
 - Parameter Fisik: Mengukur parameter fisik seperti suhu, kekeruhan, dan warna.
 - Parameter Kimia : Mengukur pH, kadar oksigen terlarut (DO), dan kadar karbon dioksida (CO₂).
 - Parameter Mikrobiologi : Mengukur jumlah bakteri patogen dan organisme lain yang dapat berbahaya bagi kesehatan.
- Evaluasi Data
 - Pengolahan Data Mengolah data yang telah dikumpulkan untuk memahami kualitas air secara keseluruhan.
 - Perbandingan dengan Standar: Membandingkan hasil analisis dengan standar kualitas air yang berlaku, seperti yang ditetapkan oleh SNI atau WHO.
- Pengembangan Rekomendasi
 - Identifikasi Masalah: Mengidentifikasi masalah kualitas air yang ditemukan selama analisis.
 - Rekomendasi Penanganan: Menyusun rekomendasi untuk menangani masalah kualitas air, seperti pengolahan lebih lanjut atau peningkatan pengelolaan sumber air.
- Pelaporan
 - Pembuatan Laporan : Membuat laporan yang mencakup temuan, analisis, dan rekomendasi.
 - Distribusi Laporan : Mengirimkan laporan kepada pihak terkait untuk tindakan lebih lanjut.

Dengan mengikuti langkah-langkah ini, kajian teknis air baku dapat membantu memastikan bahwa air yang digunakan aman dan memenuhi standar kualitas yang diperlukan

b. Data Fisik Dan Sosial Ekonomi

Kondisi fisik suatu daerah akan berpengaruh kepada sistem penyediaan air minum. Batas administrasi, kondisi topografi, curah hujan, iklim, kondisi geologi dan morfologi akan menjadi pertimbangan dalam penentuan sistem mulai dari ketersediaan sumber air, sistem pelayanan, sistem pengaliran (*gravitasi dan pompa*) dan efisiensi biaya investasi.

Sedangkan kondisi sosial ekonomi merupakan parameter penting bagi perencanaan dan pengembangan sistem pelayanan air minum. Aspek ini menjadi pertimbangan karena akan mengetahui permintaan calon pelanggan. Data yang dikumpulkan antara lain kondisi demografi, keadaan ekonomi daerah, kesehatan masyarakat, pendidikan, agama dan lain-lain.

c. Investigasi Dan Identifikasi Sumber Air Potensial

Pada umumnya pemerintah Kabupaten Berau melalui Bidang Sumber Daya Air, Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang memiliki data tentang potensi sumber air yang ada di daerahnya, dapat berupa hasil studi, hasil pengamatan dan sumber informasi penting dari instansi terkait lainnya. Untuk mengetahui

Keberadaan sumber air potensial dilakukan Survey dan Investigasi. Hasil Investigasi ini akan memberikan gambaran dan data mengenai situasi lokasi, kondisi sumber air, status dan pemilik lahan, jarak sumber air dari daerah pelayanan, kapasitas (*debit*), kualitas dan jaminan kontinuitas pada masa mendatang.

Jenis sumber air baku dalam sistem penyediaan air minum terdiri dari:

- Air Tanah, dalam bentuk :
 - Mata air (*natural & artesian spring*)
 - Sumuran (*dug well, deep well, artesian well*)
 - Pipa pengambilan (*horizontal well/ infiltration gallery*)
- Air Permukaan :

Sungai, dengan pengaliran cukup sepanjang tahun, atau sepanjang tahun mencukupi tetapi aliran minimum lebih kecil dari kebutuhan minimum (*pengambilan dengan pembuatan penampungan atau waduk buatan atau Impounding Reservoir*).

Kuantitas dan kontinuitas suatu sumber air dapat diketahui dari evaluasi terhadap kondisi hidrogeologi yang meliputi aspek geologi dan hidrologi.

Tinjauan terhadap alokasi sumber air merupakan salah satu pendekatan yang digunakan dalam menentukan alternatif sumber air baku yang terdiri dari ;

1) Identifikasi dan penilaian sumber

Sumber air yang ditetapkan adalah sumber yang dapat memenuhi kebutuhan air minum dengan sistem perpipaan untuk perkotaan dan perdesaan

2) Evaluasi Persaingan Pemakai

Dalam banyak kasus, pemilihan sumber air yang diusulkan untuk penyediaan air minum telah dimanfaatkan atau akan dimanfaatkan oleh pemakai dari sektor lain. Secara hukum, penyediaan air minum merupakan prioritas utama. Namun bila memilih sumber yang telah digunakan; kepentingan sebelumnya dan kepentingan ekonomi harus dipertimbangkan.

3) Perkiraan Biaya Investasi

Faktor-faktor yang menjadi pertimbangan adalah ; jenis sumber, kapasitas yang dibutuhkan, pengolahan yang diperlukan, jarak sumber dengan daerah pelayanan. Kondisi tersebut akan berpengaruh kepada kebutuhan biaya investasi sistem penyediaan air minum. Evaluasi dilakukan terhadap beberapa alternatif sistem sebagai berikut:

- Sistem mata air gravitasi
- Sistem mata air pompa
- Sistem sungai/danau gravitasi
- Sistem sungai/danau pompa.

4) Identifikasi dampak lingkungan

Dampak lingkungan yang berakibat kepada fisik daerah, sosial ekonomi dan dampak lainnya dalam pemilihan sumber air turut diperhitungkan dalam studi ini.

d. Kriteria Dan Standar Perencanaan

Kriteria dan standar perencanaan kajian teknis air baku biasanya mencakup beberapa aspek penting untuk memastikan kualitas air yang memadai. Berikut adalah beberapa kriteria dan standar yang umum digunakan:

1) *Kriteria Perencanaan Kajian Teknis Air Baku:*

- Identifikasi Sumber Air: Menentukan sumber air baku, seperti sungai, danau, atau sumur⁽¹⁾.

- Karakteristik Sumber Air : Mengukur parameter fisik dan kimia air, seperti suhu, kekeruhan, pH, kadar oksigen terlarut (DO), dan kadar karbon dioksida (CO₂).
- Volume dan Kapasitas Sumber Air: Menghitung volume air yang tersedia dan kapasitas sumber air untuk memenuhi kebutuhan.
- Infrastruktur Air : Merencanakan dan mengidentifikasi infrastruktur yang diperlukan, seperti pipa, tangki, dan sistem penyaringan.
- Kualitas Air : Memastikan bahwa air baku memenuhi standar kualitas air yang berlaku, seperti yang ditetapkan oleh SNI atau WHO.
- Pengelolaan Limbah : Menyusun rencana pengelolaan limbah untuk mencegah polusi air.
- Dokumentasi dan Pelaporan : Membuat laporan yang mencakup temuan, analisis, dan rekomendasi untuk penanganan masalah kualitas air⁽²⁾⁽³⁾.

2) *Standar Perencanaan Kajian Teknis Air Baku:*

- Standar Nasional Indonesia (SNI) : Mengacu pada standar SNI yang relevan, seperti SNI 7831:2012 untuk perencanaan sistem penyediaan air minum⁽²⁾.
- Pedoman Teknis : Mengikuti pedoman teknis yang telah ditetapkan oleh lembaga terkait, seperti Direktorat Pengembangan Air Minum dan Departemen Pekerjaan Umum⁽²⁾.
- Acuan Normatif : Mengacu pada standar nasional dan internasional lainnya untuk memastikan kualitas air yang memadai⁽²⁾.
- Istilah dan Definisi : Menyusun istilah dan definisi yang jelas dan konsisten untuk digunakan dalam kajian teknis⁽²⁾.
- Tata Cara Penyusunan : Mengikuti tata cara penyusunan perencanaan teknis yang telah ditetapkan, termasuk survei-survei yang dibutuhkan dan tata cara perancangan anggaran biaya⁽⁴⁾.

Dengan mengikuti kriteria dan standar ini, kajian teknis air baku dapat membantu memastikan bahwa air yang digunakan aman dan memenuhi standar kualitas yang diperlukan

3. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut adalah metodologi yang lebih lengkap, mencakup rumus perhitungan yang relevan dan standar yang digunakan dalam kajian air baku SPAM Tembudan.

a. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan kualitatif untuk mengevaluasi kondisi air baku, ketersediaan, kualitas, serta efisiensi pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) di Tembudan, Kecamatan Batu Putih, Kabupaten Berau.

b. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa metode berikut:

1) Studi Literatur

- Mengacu pada standar baku mutu air berdasarkan Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang kualitas air minum.
- Standar teknis Sistem Penyediaan Air Minum dari SNI 7506:2011 dan SNI 6774:2008.
- Pedoman perhitungan kebutuhan air bersih berdasarkan Peraturan Menteri PUPR No. 27/PRT/M/2016 tentang penyelenggaraan sistem penyediaan air minum.

2) Observasi Lapangan

- Survei kondisi sumber air baku dan sistem pengolahan air.
- Pengukuran debit air sumber untuk menilai ketersediaan air.

3) Pengambilan dan Analisis Sampel Air

Pengujian kualitas air dilakukan berdasarkan parameter berikut:

- Fisik: Suhu, warna, bau, kekeruhan, TDS (Total Dissolved Solids).
- Kimia: pH, zat besi (Fe), mangan (Mn), nitrat (NO_3), nitrit (NO_2), klorida (Cl), amonia (NH_3), dan kadar bahan organik.
- Biologi: Kandungan bakteri E. coli dan coliform total.

c. Analisis Data

1) Analisis Kuantitas Air

Topografi dan Batimetri: Lakukan survei topografi dan batimetri untuk menentukan bentuk dan kedalaman danau. Data ini biasanya diperoleh menggunakan alat seperti drone, GPS, atau echosounder. Untuk melengkapi perhitungan analisis tampungan volume air pada Danau Telaga Biru, berikut langkah-langkah detailnya:

- Data Dasar yang Dibutuhkan
 - Sebelum melakukan perhitungan, pastikan Anda memiliki data berikut:

- Peta Batimetri danau: Berisi informasi kedalaman dan luas penampang pada setiap elevasi.
- Elevasi Permukaan Air Saat Ini (H): Ketinggian permukaan air dari dasar danau.
- Luas Penampang Horizontal (A): Pada setiap elevasi, luas horizontal danau dihitung.
- Curah Hujan (R): Dalam mm/hari atau m³/hari.
- Debit Masuk (Q_{in}) dan Keluar (Q_{out}): Dalam m³/detik.
- Koefisien Evaporasi (E): Penguapan rata-rata dalam mm/hari.
- Volume Sedimentasi (V_s): Jika ada sedimentasi.

- Analisis Kualitas Air

Membandingkan hasil uji sampel dengan Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010. Jika nilai parameter Qi lebih besar dari standar baku mutu, maka sumber air dianggap tercemar.

- Analisis Efisiensi Pengolahan Air

Menghitung efisiensi sistem pengolahan dengan rumus:

Efisiensi Pengolahan (%)

$$E = \left[\frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \right]$$

- C_{in} = Konsentrasi polutan sebelum pengolahan (mg/L)
 - C_{out} = Konsentrasi polutan setelah pengolahan (mg/L)
 - Penyusunan Rekomendasi
- Berdasarkan hasil analisis, rekomendasi diberikan dalam bentuk:
- Peningkatan kualitas pengolahan air (misalnya, optimasi koagulasi dan filtrasi).
 - Strategi konservasi sumber air untuk menjaga keberlanjutan.
 - Perbaikan manajemen distribusi air untuk mengurangi NRW.
 - Peningkatan kapasitas pengelola dan partisipasi masyarakat.

Metodologi ini mencakup semua aspek penting, dari perhitungan kuantitas hingga evaluasi kualitas dan efisiensi sistem SPAM.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Volume Tampungan

Untuk menghitung volume tampungan Danau Telaga Biru, diperlukan data spesifik terkait bentuk, ukuran, dan kedalaman danau tersebut. Umumnya, perhitungan volume danau dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

Tabel 1 Volume Tampungan Danau Telaga Biru

No.	Rencana Layanan SPAM Tembudan Kecamatan Batu Putih	Proyeksi Jumlah penduduk hingga 2040 (Jiwa)	Kebutuhan Air Rata-Rata	Q andalan	Kedalaman Hi (m)	Luas Horizontal (m ²)	Sedimentasi Vs (m ³)	Debit masuk Qin (m ³)	Debit keluar Qout (m ³)	Curah hujan R (m)	Evaporasi E (/hari)
			120 liter/orang/hari	Mata Air							
			(M ³ /orang/hari)	m ³ /hari							
A	Danau Telaga Biru										
1	Kayu Indah	975,06	117,01	4.634,87	1,95	525,00	10,00	16.816,85	50,00	0,15	0,01
2	Sumber Agung	1.446,68	173,60	4.634,87	2,00	525,00	10,00	16.816,85	50,00	0,15	0,01
3	Tembudan	4.198,60	503,83	4.634,87	1,94	525,00	10,00	16.816,85	50,00	0,15	0,01
	JUMLAH	6.620,33	794,44		1,96	525,00					

No.	Rencana Layanan SPAM Tembudan Kecamatan Batu Putih	Hitung Volume				Kebutuhan Air Rata-Rata 120 liter/orang/hari	Interpretasi Hasil	Durasi Tampungan Tanpa Refill (Hari)	Kriteria Kritis (Definisi Umum)	KET.
		Vtotal	V efektif	Neraca Air	Perubahan Elevasi					
		V (m ³)	Ve (m ³)	ΔV (m ³ /hr)	ΔH (m)					
A	Danau Telaga Biru						Danau Telaga Biru			
						M³/orang/hari	Vnetto (m³/hari)			
1	Kayu Indah			21.477,85	0,41	117,01	21.360,84	182,56	Aman	
2	Sumber Agung	2.043,30	2.033,30	21.477,85	0,41	173,60	21.304,25	122,72	Aman	
3	Tembudan			21.477,85	0,41	503,83	20.974,02	41,63	Waspada	
	JUMLAH			21.477,85	0,41	794,44	21.213,04	115,64	Aman	

Sumber: Analisis, 2024

Interpretasi Hasil

Untuk menilai apakah penggunaan air baku dari Danau Telaga Biru dengan volume tampungan **21.213,04 m³/hari** dan pengambilan air baku **794.44 m³/hari** masuk kategori *kritis atau tidak*, kita perlu mempertimbangkan beberapa faktor berikut:

Data:

- Volume tampungan air (kapasitas danau): **21.213,04 m³/hari**
- Pengambilan air baku: **794.44 m³/hari**

a. Durasi Tampungan Tanpa Refill (Hari)

Untuk menghitung berapa lama danau bisa memenuhi pengambilan air tanpa tambahan pasokan air:

$$\text{Durasi Tampungan} = \frac{\text{Volume Tampungan}}{\text{Pengambilan Harian}}$$

$$\text{Durasi Tampungan} = 21.213,04 \text{ m}^3 / 794.44 \text{ m}^3/\text{hari} \approx 115,64 \text{ hari}$$

Artinya, tanpa adanya pasokan ulang (seperti dari hujan atau aliran masuk), air akan habis dalam sekitar 115,64 hari.

b. Kriteria Kritis (*Definisi Umum*)

- Kondisi Aman: Volume tampungan cukup untuk memenuhi kebutuhan lebih dari 50 hari tanpa pasokan ulang.
- Kondisi Waspada: Volume tampungan cukup untuk 30–50 hari.
- Kondisi Kritis: Volume tampungan cukup untuk kurang dari 30 hari.

c. Analisis Hasil

Dengan durasi tampungan 115,64 hari, penggunaan ini masuk kategori AMAN, karena volume air dapat mencukupi kebutuhan lebih dari 50 hari tanpa adanya pasokan tambahan.

d. Saran Pengelolaan

- Optimalisasi pengambilan air : Mengurangi konsumsi air jika memungkinkan.
- Upaya recharge : Memastikan adanya pasokan ulang melalui aliran masuk, penanaman pohon untuk menjaga resapan, atau pengelolaan hujan.
- Monitoring ketat : Memantau level air secara berkala agar pengambilan air tidak menyebabkan kekeringan.

Analisis Kualitas Air Danau Telaga Biru

Berikut adalah standar kualitas air untuk beberapa parameter utama, berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air di Indonesia. Standar ini tergantung pada kelas air (Kelas 1 hingga 4), di mana:

- **Kelas 1:** Air dapat digunakan langsung sebagai air minum setelah diolah.
- **Kelas 2:** Air digunakan untuk rekreasi air, budidaya ikan air tawar, atau peternakan.
- **Kelas 3:** Air digunakan untuk irigasi pertanian.
- **Kelas 4:** Air digunakan untuk usaha pertanian atau kehutanan.

Berikut standar masing-masing parameter (contoh untuk beberapa parameter utama):

Tabel 2 Parameter Fisik

Parameter	Satuan	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4
Suhu	°C	Suhu alami $\pm 3^{\circ}\text{C}$ dari suhu air di lokasi	Sama dengan Kelas 1	Sama dengan Kelas 1	Sama dengan Kelas 1
Kekeruhan	NTU	Maks. 5	Maks. 25	Tidak diatur	Tidak diatur
TDS (Total Dissolved Solids)	mg/L	Maks. 1000	Maks. 1000	Maks. 1000	Maks. 2000

Tabel 3 Parameter Kimia

Parameter	Satuan	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4
pH	-	6,5 - 8,5	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	5,0 - 9,0
Dissolved Oxygen (DO)	mg/L	Min. 6	Min. 4	Min. 3	Min. 0
BOD (Biochemical Oxygen Demand)	mg/L	Maks. 2	Maks. 3	Maks. 6	Maks. 12
COD (Chemical Oxygen Demand)	mg/L	Maks. 10	Maks. 25	Maks. 50	Maks. 100
Amonia (NH ₃ -N)	mg/L	Maks. 0,5	Maks. 0,5	Maks. 0,5	Maks. 1,0
Nitrat (NO ₃)	mg/L	Maks. 10	Maks. 10	Maks. 20	Maks. 20
Fosfat (PO ₄)	mg/L	Maks. 0,2	Maks. 0,2	Tidak diatur	Tidak diatur

Sumber : Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021

Tabel 4 Parameter Logam Berat

Parameter	Satuan	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4
Merkuri (Hg)	µg/L	Maks. 0,002	Maks. 0,002	Maks. 0,002	Maks. 0,005
Timbal (Pb)	mg/L	Maks. 0,03	Maks. 0,03	Maks. 0,03	Maks. 1,0
Kadmium (Cd)	mg/L	Maks. 0,003	Maks. 0,005	Maks. 0,005	Maks. 0,01
Seng (Zn)	mg/L	Maks. 0,05	Maks. 0,05	Maks. 0,05	Maks. 2,0

Sumber : Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021

Tabel 5 Parameter Biologis

Parameter	Satuan	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4
Total Coliform	Jml/100 mL	Maks. 100	Maks. 1000	Maks. 5000	Maks. 10000
Fecal Coliform	Jml/100 mL	Maks. 50	Maks. 200	Tidak diatur	Tidak diatur

Sumber : Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021

Kualitas Air Baku Danau Telaga Biru

Dari parameter yang diukur dan diperiksa, tidak ada parameter yang menunjukkan nilai kandungan di atas ambang batas yang dipersyaratkan sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan tentang Baku Mutu Air.

Tabel 6 Hasil Uji Laboratorium Kualitas Air Danau Telaga Biru

NO	PARAMETER	BAKU MUTU	SATUAN	HASIL											
				Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	pH	6 - 9	-	7,1	7,3	7,1	7,1	6,9	7,1	7,1	7,2	7	6,9	7,4	
2	Total Dissolve Solid	1000	mg/L	328	327	328	343	286	338	326	302	323	312	337	
3	Suhu	Deviasi 3	°C	30,2	26,8	25,6	28,4	27,6	28,5	28	25	25,4	30,2	28,5	
4	Turbidity	-	NTU	1,19	0,4	0,67	0,77	0,72	0,58	0,26	0,27	0,24	1,42	1,12	
5	Besi (Fe)	0,3	mg/L	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0	
6	Kesadahan Total	300	mg/L	232	232	236	268	220	260	236	208	228	212	200	
7	Kapur (Ca)	-	mg/L	35,2	35,2	38,4	41,6	35,2	40	38,4	33,6	35,2	32	32	
8	Magnesium (Mg)	-	mg/L	34,9	34,9	34	39,9	32,1	38,9	34	30,2	34	23,1	29,2	

Sumber : Perumda Air Minum Battiwakkal Berau Hasil Uji Laboratorium Kualitas Air Danau Telaga Biru, 2024

Dari hasil pengujian mutu air baku diperoleh data air mengandung *kesadahan tinggi* karena dari hasil analisa berkisar 200 - 250 mg/l sehingga masuk dalam kategori tinggi, sehingga dibutuhkan *perhatian khusus dalam Instalasi Pengolahan Air*.

Hasil analisis kesadahan dengan kisaran 200 - 250 mg/L menunjukkan bahwa air di Telaga Biru memiliki tingkat kesadahan tinggi. Kesadahan air ditentukan oleh kandungan ion-ion seperti kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}) yang terlarut dalam air, biasanya berasal dari batuan karbonat, dolomit, atau gipsum di daerah sekitarnya.

Klasifikasi Tingkat Kesadahan

Berdasarkan World Health Organization (WHO) dan standar internasional lainnya, kesadahan total (dinyatakan dalam mg/L CaCO_3) dapat dikategorikan sebagai berikut:

- **0 - 60 mg/L:** Air lunak (soft water).
- **61 - 120 mg/L:** Air sedang (moderately hard).
- **121 - 180 mg/L:** Air keras (hard water).
- **>180 mg/L:** Air sangat keras (very hard water).

Karena hasil Anda berada di rentang 200 - 250 mg/L, air Telaga Biru dikategorikan sebagai sangat keras.

Dampak Air Kesadahan Tinggi

a. Lingkungan Ekosistem:

- Perikanan: Beberapa spesies ikan sensitif terhadap kesadahan tinggi, yang dapat memengaruhi keseimbangan ekosistem.
- Pertumbuhan Alga: Kesadahan tinggi bisa menjadi tanda tingginya kandungan mineral yang dapat memengaruhi eutrofikasi.

b. Penggunaan Domestik:

- Menyebabkan penumpukan kerak pada pipa, peralatan rumah tangga (pemanas air, mesin cuci, dll.).
- Meningkatkan konsumsi sabun karena mengurangi busa yang terbentuk.

c. Kesehatan Manusia:

- Tidak berbahaya langsung, tetapi konsumsi air sangat keras dapat menyebabkan rasa kurang enak.
- Jika magnesium terlalu tinggi, bisa memberikan efek pencahar (laxative).

Saran untuk Penanganan

Jika kesadahan tinggi menjadi masalah untuk penggunaan tertentu, berikut adalah beberapa solusi yang bisa diterapkan:

- a. Metode Pengolahan:
 - Pelunakan Air (Water Softener): Menggunakan resin penukar ion untuk menggantikan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dengan ion Na^+ .
 - Reverse Osmosis: Menghilangkan semua mineral terlarut, termasuk penyebab kesadahan.
 - Pengendapan dengan Kapur: Menambahkan kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) untuk mengendapkan ion penyebab kesadahan.
- b. Pemantauan dan Pengendalian:
 - Lakukan analisis berkala untuk memantau perubahan kesadahan, terutama jika ada aktivitas pertambangan, pertanian, atau pembangunan di sekitar danau.
- c. Penyelidikan Geologis:
 - Pelajari sumber kesadahan, seperti batuan di sekitar danau atau aktivitas yang menyebabkan pencucian mineral ke badan air.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari hasil uraian dalam Studi Kelayakan SPAM Tembudan Kabupaten Berau ini, dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu:

- a. Volume Tampungan: Danau Telaga Biru memiliki kapasitas tampungan air sebesar 21.213,04 m³/hari, yang menunjukkan kapasitas penampungan air *yang cukup besar untuk kebutuhan air baku*.
- b. Kebutuhan Air Baku: Kebutuhan pengambilan air baku dari Danau Telaga Biru sebesar 794,44 m³/hari hanya sekitar 3,74% dari total kapasitas tampungan harian Danau Telaga Biru. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan air baku *jauh lebih kecil* dibandingkan dengan *kapasitas tampungan Danau Telaga Biru*.
- c. Durasi Tampungan Danau Telaga Biru Tanpa Refill (Hari). Durasi Tampungan = $21.213,04 \text{ m}^3 / 794,44 \text{ m}^3/\text{hari} \approx 115,64$ hari. Artinya, tanpa adanya pasokan ulang (seperti dari hujan atau aliran masuk), air akan habis dalam sekitar 115,64 hari. Dengan durasi tampungan 115,64 hari, penggunaan ini masuk kategori AMAN, karena volume air dapat mencukupi kebutuhan lebih dari 50 hari tanpa adanya pasokan tambahan.
- d. Dari hasil pengukuran geolistrik dan perhitungan debit air, lapisan akuifer di kawasan Danau Telaga Biru memiliki potensi debit sebesar 0,142897 m³/hari dengan total

volume air yang dapat dieksploitasi hingga 13,231,2 m³. Hasil ini memberikan dasar bagi perencanaan pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan

- e. Ketersediaan Air: Berdasarkan data kapasitas tampungan dan kebutuhan air baku, Danau Telaga Biru ini mampu mendukung kebutuhan pengambilan air secara berkelanjutan tanpa mengancam kestabilan volume air di dalam Danau Telaga Biru, selama tidak ada gangguan besar pada kondisi hidrologi atau ekosistem.
- f. Daya Dukung Ekosistem: Dengan rasio pengambilan air yang kecil terhadap kapasitas tampungan, dampak terhadap ekosistem Danau Telaga Biru dapat dianggap minimal, asalkan pengambilan air dilakukan secara terkontrol dan sesuai dengan kebijakan pengelolaan lingkungan.
- g. Berdasarkan hasil pengujian kualitas air baku dari Danau Telaga Biru Tembuden yang menunjukkan kandungan kesadahan tinggi (200–250 mg/L), berikut kesimpulan :

Kandungan Kesadahan Tinggi: Air baku dari Danau Telaga Biru memiliki tingkat kesadahan (*hardness*) yang tinggi. Nilai ini berada di atas standar yang direkomendasikan oleh Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 32 Tahun 2017 untuk air minum, yang menetapkan batas kesadahan maksimum 500 mg/L, tetapi nilai ini mungkin memengaruhi sistem perpipaan atau peralatan rumah tangga.

Sumber Kesadahan: Kandungan kesadahan disebabkan oleh tingginya konsentrasi ion kalsium (Ca²⁺) dan magnesium (Mg²⁺), yang mungkin berasal dari kondisi geologis di sekitar danau.

Kualitas Air untuk Penggunaan Langsung: Air dengan kesadahan tinggi dapat memengaruhi efisiensi pemanasan air, meninggalkan residu kerak pada peralatan, serta berpotensi memengaruhi rasa air jika dikonsumsi tanpa pengolahan.

Saran

Dengan mengimplementasikan rekomendasi di bawah, **SPAM Tembudan** diharapkan mampu menjadi model pengelolaan air baku yang berkelanjutan, meningkatkan kualitas hidup masyarakat, serta mendukung pembangunan ekonomi daerah.

- a. Kajian Ketersediaan Air Baku
 - 1) Kuantitas air baku: Pastikan debit Danau Tembuden mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air minum di Kecamatan Batu Putih.
 - 2) Kualitas air baku: Lakukan analisis kualitas air secara rutin, termasuk parameter fisik, kimia, dan biologi, untuk memastikan kesesuaiannya sebagai sumber air minum.

- 3) Konservasi sumber daya air: Terapkan langkah-langkah untuk menjaga volume dan kualitas air, seperti mencegah sedimentasi dan pencemaran.
- b. Pemantauan Volume Air:
- 1) Lakukan pemantauan rutin terhadap volume air danau, terutama selama musim kemarau atau saat terjadi perubahan cuaca ekstrem, untuk memastikan ketersediaan air tetap terjaga.
 - 2) Gunakan alat ukur volume air otomatis untuk memastikan data real-time yang akurat.
 - 3) Konservasi Daerah Tangkapan Air: Lakukan reboisasi dan pengelolaan lahan secara berkelanjutan untuk mengurangi risiko erosi dan sedimentasi.
 - 4) Monitoring Kualitas dan Kuantitas Air : Pasang alat pemantauan debit dan kualitas air secara berkala untuk memastikan ketersediaan air baku jangka panjang.
- c. Pengelolaan Air Baku:
- 1) Atur jadwal pengambilan air baku secara konsisten agar tidak melebihi kapasitas yang telah direncanakan.
 - 2) Pastikan pengambilan air dilakukan sesuai peraturan dan izin yang berlaku.
- d. Pengolahan Air untuk Mengurangi Kesadahan:
- 1) Gunakan teknologi softener berbasis resin penukar ion untuk mengurangi kandungan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} .
 - 2) Alternatif lain, lakukan proses demineralisasi menggunakan reverse osmosis (RO) untuk pengolahan lebih lanjut jika air digunakan untuk kebutuhan air minum atau industri yang sensitif.
- e. Pemantauan Berkala: Lakukan pemantauan rutin terhadap parameter kualitas air, terutama kesadahan, untuk memastikan stabilitas kondisi lingkungan air baku dan efektivitas pengolahan air yang diterapkan.
- f. Pengelolaan Lingkungan Sekitar Danau:
- 1) Kendalikan aktivitas manusia di sekitar danau yang dapat meningkatkan pencemaran atau memperparah kandungan mineral.
 - 2) Lakukan reboisasi atau perbaikan area tangkapan air untuk menjaga kualitas air baku.
- g. Pemberian Informasi ke Masyarakat: Edukasi masyarakat sekitar tentang dampak penggunaan air dengan kesadahan tinggi dan pentingnya pengolahan sebelum penggunaan untuk konsumsi atau keperluan rumah tangga.

h. Konservasi Lingkungan:

- 1) Lakukan upaya konservasi di sekitar danau, seperti penanaman vegetasi penyangga dan pengelolaan daerah tangkapan air, untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan mengurangi sedimentasi.
- 2) Kendalikan aktivitas manusia di sekitar danau yang berpotensi mencemari atau merusak ekosistem.

i. Evaluasi Berkala:

- 1) Evaluasi pola penggunaan air baku dan ketersediaan volume tampungan minimal setiap 6 bulan sekali untuk memastikan kelangsungan suplai air.
- 2) Jika kebutuhan air meningkat di masa depan, lakukan studi kelayakan tambahan untuk memastikan daya dukung danau tetap memadai.

j. Perlindungan Daerah Tangkapan Air (DTA)

- 1) Rehabilitasi lahan: Lakukan reboisasi atau penghijauan di sekitar danau untuk mencegah erosi dan degradasi lahan.
- 2) Pengelolaan limbah: Pastikan tidak ada pembuangan limbah rumah tangga, pertanian, atau industri ke danau.
- 3) Zonasi perlindungan: Tentukan zona perlindungan ketat di sekitar Danau Tembuden untuk mengurangi dampak aktivitas manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Asian Development Bank. (2020). *Technical guidelines for water supply systems*. Asian Development Bank.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Berau. (2024). *Kabupaten Berau dalam angka 2024*. Badan Pusat Statistik.
- Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Berau. (2020). *Rencana Induk SPAM Kabupaten Berau tahun anggaran 2020*.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian PUPR. (2022). *Rencana strategis pengelolaan sumber daya air nasional 2020–2024*.
- Hariani, R., & Kusuma, A. R. (2020). Analisis risiko dalam pengelolaan air baku: Studi kasus Sungai Mahakam. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 18(2), 45–57.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2021). *Pedoman penyusunan dokumen AMDAL untuk proyek infrastruktur air minum*.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2023). *Pedoman teknis penyediaan air minum berbasis Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM)*. Direktorat Jenderal Cipta Karya.

- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. (2019). *Kajian hidrologi untuk pengelolaan air baku berkelanjutan*. LIPI Press.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup*.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2017). *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum*.
- Perusahaan Umum Daerah Air Minum Kabupaten Berau. (2023). *Laporan tahunan kinerja PERUMDAM Kabupaten Berau tahun 2023*.
- Sugiarto, H., & Lestari, M. T. (2021). Konservasi daerah tangkapan air untuk mendukung penyediaan air baku. *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 25(3), 125–140.
- Sutopo, J., & Purwanto, T. (2019). *Manajemen sumber daya air: Pendekatan teknik dan ekonomi*. Penerbit Andi.
- Undang-Undang Republik Indonesia. (2004). *Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang sumber daya air*.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2021). *Water security and sustainable development: A global perspective*. UNESCO Publishing.
- World Health Organization. (2022). *Guidelines for drinking-water quality* (4th ed.). WHO Press.