



## Perancangan Instalasi Pengolahan Air Minum Di Desa Tumbohon Kecamatan Talawaan Kabupaten Minahasa Utara

Kevin Y. Katuuk<sup>#a</sup>, Steeva G. Rondonuwu<sup>#b</sup>, Agnes T. Mandagi<sup>#c</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

<sup>a</sup>kevinkatuuk42@gmail.com, <sup>b</sup>steeva\_rondonuwu@unsrat.ac.id, <sup>c</sup>agnes.mandagi@unsrat.ac.id

### Abstrak

Kebutuhan air minum masyarakat terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan aktivitas manusia, sehingga diperlukan sistem pengolahan air minum yang memenuhi aspek kuantitas, kualitas, dan kontinuitas. Penelitian ini bertujuan merencanakan Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) di Desa Tumbohon, Kecamatan Talawaan, Kabupaten Minahasa Utara guna menyediakan air minum yang aman dan memenuhi standar mutu sesuai peraturan perundang-undangan. Metode penelitian meliputi pengumpulan data primer berupa pengukuran debit sungai dengan metode luas penampang dan kecepatan aliran serta pengujian kualitas air baku (besi, nitrit, TSS, fecal coliform, dan total coliform), serta data sekunder berupa jumlah penduduk dan proyeksi pertumbuhan. Hasil analisis menunjukkan debit sungai sebesar 2,19 m<sup>3</sup>/detik, namun kualitas air baku belum memenuhi baku mutu Air Kelas I berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021, terutama pada parameter besi dan fecal coliform. Berdasarkan kebutuhan air dan karakteristik air baku tersebut, direncanakan sistem IPAM konvensional lengkap yang terdiri dari unit intake, koagulasi (in-line static mixer), flokulasi, sedimentasi, filtrasi, desinfeksi, dan pengolahan lumpur, dengan mempertimbangkan efisiensi dan keberlanjutan operasional.

*Kata kunci: Instalasi Pengolahan Air Minum, air baku sungai, Desa Tumbohon, PP No 21 Tahun 2021*

### 1. Pendahuluan

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan seluruh makhluk hidup, terutama sebagai air minum yang berperan langsung terhadap kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Kebutuhan air minum terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, urbanisasi, perkembangan ekonomi, perubahan gaya hidup, serta meningkatnya aktivitas manusia. Untuk mengantisipasi permasalahan tersebut, diperlukan upaya pengolahan sumber daya air alam seperti sungai, danau, dan air hujan agar dapat dimanfaatkan sebagai air minum yang aman dan layak digunakan.

Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) merupakan fasilitas yang dirancang untuk mengolah air baku menjadi air minum sesuai dengan standar kualitas, kuantitas, dan kontinuitas. Keberadaan IPAM memiliki peranan penting dalam sistem penyediaan air minum, tidak hanya dalam menjamin ketersediaan air, tetapi juga dalam menjaga kualitas air yang didistribusikan kepada masyarakat. Aspek kualitas air menjadi faktor yang sangat krusial pada unit pengolahan air, karena berhubungan langsung dengan kesehatan masyarakat.

Desa Tumbohon yang terletak di Kecamatan Talawaan, Kabupaten Minahasa Utara, merupakan salah satu wilayah yang masih mengalami keterbatasan akses terhadap air bersih. Dalam memenuhi kebutuhan air sehari-hari, masyarakat masih memanfaatkan air sumur dan air sungai yang kualitasnya belum tentu memenuhi persyaratan air bersih. Kondisi tersebut menyebabkan masyarakat kesulitan memperoleh air minum yang layak dan aman. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan instalasi pengolahan air minum sebagai upaya penyediaan air bersih yang berkelanjutan dan sesuai kebutuhan masyarakat Desa

Tumbohon. Dengan *rumusan masalah*:

1) Bagaimana kualitas air baku di sungai di Desa Tumbohon, Kecamatan Talawaan, Kabupaten Minahasa Utara? 2) Berapa kebutuhan air minum masyarakat Desa Tumbohon, Kecamatan Talawaan, Kabupaten Minahasa Utara untuk 20 tahun kedepan? 3) Bagaimana perancangan instalasi pengolahan air minum di Desa Tumbohon? Dan *Lingkup Penelitian*: 1) Lokasi penelitian berada di Desa Tumbohon, Kecamatan Talawaan, Kabupaten Minahasa Utara. 2) Proyeksi jumlah penduduk untuk 20 tahun kedepan. 3) Proyeksi kebutuhan air minum untuk 20 tahun kedepan. 4) Kualitas mutu air baku dari sungai sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. 5) Tidak melakukan perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) pada perencanaan instalasi pengolahan air minum. Dengan *Tujuan Penelitian*: 1) Mengetahui kualitas air baku di sungai Desa Tumbohon, Kecamatan Talawaan, Kabupaten Minahasa Utara. 2) Mengetahui kebutuhan air minum masyarakat Desa Tumbohon, Kecamatan Talawaan, Kabupaten Minahasa Utara untuk 20 tahun kedepan. 3) Membuat rancangan instalasi pengolahan air minum di Desa Tumbohon. Dan *Manfaat Penelitian*: 1) Memberikan pengalaman bagi penulis untuk merencanakan instalasi pengolahan air minum. 2) Memberikan informasi mengenai kualitas air sungai di Desa Tumbohon. 3) Dapat dijadikan sebagai refrensi untuk menambah wawasan dan pengetahuan.

## 2. Metode Penelitian

Lokasi penelitan ini berada di Desa Tumbohon Kecamatan talawaan Kabupaten minahasa Utara dan untuk sumber air baku IPAM berasal dari sungai yang ada di Desa Tumbohon. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian



**Gambar 2.** Lokasi Penelitian

### 2.1. Sumber Data

Dalam penelitian ini data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh di lokasi penelitian seperti kondisi lokasi penelitian, debit air sungai, serta kualitas air sungai. Data sekunder diperoleh dari instansi pemerintahan di Desa Tumbohon berupa jumlah penduduk.

### 2.2. Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap untuk memastikan bahwa perancangan Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) yang diusulkan memenuhi aspek kuantitas, kualitas, dan kontinuitas pelayanan air minum bagi masyarakat Desa Tumbohon, Kecamatan Talawaan, Kabupaten Minahasa Utara. Tahapan analisis meliputi analisis debit air baku, kualitas air baku, proyeksi jumlah penduduk, kebutuhan air bersih, serta pemilihan dan perancangan unit pengolahan air. Analisis debit air sungai dianalisis berdasarkan hasil pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan metode luas penampang dan kecepatan aliran. Analisis Kualitas Air Baku dilakukan berdasarkan hasil uji laboratorium terhadap parameter fisika, kimia, dan mikrobiologi, yaitu besi (Fe), nitrit, TSS, fecal coliform, dan total coliform. Hasil pengujian dibandingkan dengan baku mutu air baku kelas I sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Analisis proyeksi jumlah penduduk dilakukan untuk periode perencanaan 20 tahun menggunakan metode aritmatik, geometrik, dan eksponensial. Pemilihan metode proyeksi didasarkan pada standar deviasi paling kecil dan nilai koefisien koreksi mendekati 1 atau -1. Analisis Kebutuhan air bersih dianalisis dengan mempertimbangkan kebutuhan domestik (sambungan rumah dan hidran umum), kebutuhan non-domestik, serta faktor kehilangan air. Standar kebutuhan air mengacu pada Permen PUPR No. 29/PRT/M/2016.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Hasil Pengukuran Debit Air Sungai

Pengukuran debit air sungai di Desa Tumbohon dilakukan secara langsung di lapangan dengan metode mengalikan luas penampang dan kecepatan aliran. Pengukuran luas penampang sungai diperoleh dari hasil pengukuran lebar dan kedalaman sungai, sedangkan kecepatan aliran diperoleh dari Panjang lintasan dan rerata waktu lintasan. Debit air sungai dihitung dengan mengalikan luas penampang sungai dengan kecepatan rata-rata aliran. Dimana diketahui luas penampang sungai  $7,82 \text{ m}^2$  dan kecepatan rata-rata aliran  $0,28 \text{ m/s}$ . Sehingga didapatkan debit air sungai adalah:

$$Q = A \times V$$

$$Q = 7,84 \text{ m}^2 \times 0,28 \text{ m/s} = 2,19 \text{ m}^3/\text{s}$$

Keterangan:

Q = Debit air sungai

A = Luas penampang sungai

V = Kecepatan rata-rata aliran

Berdasarkan hasil pengukuran, debit air sungai di Desa Tumbohon sebesar  $2,19 \text{ m}^3/\text{detik}$ .

### 3.2 Hasil Pengujian Kualitas Air Sungai

Terdapat 1 titik dalam pengambilan sampel air baku, pengambilan sampel air baku dilakukan pengambilan secara langsung di lapangan dan sampel air baku diuji di Badan Standardisasi dan Kebijakan Jasa Industri (Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Manado). Berikut ini merupakan hasil pengujian kualitas air sungai di Desa Tumbohon.

Berdasarkan Tabel 1 hasil uji sampel air sungai di Desa Tumbohon menunjukkan bahwa kualitas air sungai di Desa Tumbohon secara umum belum memenuhi standar kualitas Air Baku Kelas I sesuai dengan PP No. 22 Tahun 2021. Beberapa parameter, terutama (Besi dan Fecal Coliform), berada di atas nilai ambang batas yang diperbolehkan. Kondisi ini menandakan bahwa

air sungai tersebut memerlukan tahapan pengolahan seperti (koagulasi–flokulasi, sedimentasi, filtrasi, serta desinfeksi).

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Kualitas Air Sungai di Desa Tumbohon

No	Parameter	Satuan	Standar Kualitas Air Baku Menurut PP No 22 Tahun 2021	Hasil
1	Besi (Fe)	Mg/L	<0,30 Mg/L	0,3265
2	Nitrit	Mg/L	<0,06 Mg/L	0,01
3	Padatan tersuspensi (TSS)	Mg/L	<40 Mg/L	7
4	Fecal coliform	MPN/100ml	<100 MPN/100ml	170
5	Total coliform	MPN/100ml	<1000 MPN/100ml	94

### 3.3 Hasil Perhitungan Proyeksi Penduduk Untuk 20 Tahun

Perhitungan proyeksi penduduk dari tahun 2025 sampai dengan tahun 2044. Dalam perhitungan ini akan menggunakan 3 metode perhitungan, yaitu metode aritmatik, metode geometrik, dan metode eksponensial. Ketiga metode perhitungan akan di bandingkan satu sama lain dan akan dipilih yang terbaik, yaitu nilai standar deviasi (S) paling kecil dan koefisien korelasi (R) yang mendekati 1 atau -1.

**Tabel 2.** Data Jumlah Penduduk Desa Tumbohon Dari Tahun 2020-2024

Tahun	Jumlah Penduduk
2020	482
2021	491
2022	503
2023	509
2024	515

Berdasarkan hasil analisis, metode geometrik dipilih karena menghasilkan nilai standar deviasi terkecil serta koefisien korelasi tertinggi terhadap data historis penduduk. Dengan demikian, metode geometrik dinilai paling sesuai untuk merepresentasikan pola pertumbuhan penduduk Desa Tumbohon dan digunakan sebagai dasar penentuan kebutuhan air minum serta kapasitas desain Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM).

**Tabel 3.** Hasil Proyeksi Jumlah Penduduk Dengan Metode Geometrik

Tahun	Jumlah Penduduk
2025	526
2030	589
2035	653
2040	728
2044	794

### 3.4 Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Untuk 20 Tahun

Penentuan kebutuhan air minum di Desa Tumbohon mengacu pada standar perencanaan sistem penyediaan air minum berdasarkan Permen PUPR No. 29/PRT/M/2016. Parameter yang digunakan meliputi konsumsi air sambungan rumah (SR) sebesar 80 L/orang/hari dan konsumsi hidran umum (HU) sebesar 40 L/orang/hari, dengan perbandingan pelayanan SR sebesar 70:30. Selain itu, perhitungan kebutuhan air memperhitungkan kehilangan air sebesar 20%, faktor harian maksimum sebesar 1,15, dan faktor jam puncak sebesar 1,75.

**Tabel 4.** Hasil Proyeksi Kebutuhan Air Bersih Desa Tumbohon Tahun 2025-2044

Tahun	Jumlah Penduduk	Total Kebutuhan Air Bersih (L/dtk)
2025	526	0,53
2030	589	0,60
2035	653	0,68
2040	728	0,77
2044	794	0,81

Berdasarkan Tabel 4, kebutuhan air bersih Desa Tumbohon menunjukkan peningkatan seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Pada tahun 2025, total kebutuhan air bersih tercatat sebesar 0,53 L/det untuk jumlah penduduk 526 jiwa dan meningkat menjadi 0,81 L/det pada tahun 2044 dengan jumlah penduduk 794 jiwa. Perhitungan kebutuhan air bersih tersebut meliputi kebutuhan domestik melalui sambungan rumah (SR) dan hidran umum (HU), kebutuhan non-domestik, serta memperhitungkan kehilangan air sebesar 20% sesuai standar perencanaan sistem penyediaan air minum. Jika dibandingkan dengan debit air sungai sebagai sumber air baku yang sebesar 2,19 m<sup>3</sup>/detik, maka ketersediaan air baku dinilai sangat mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air minum Desa Tumbohon selama periode perencanaan.

### 3.5 Pemilihan Tahapan Unit Pengolahan

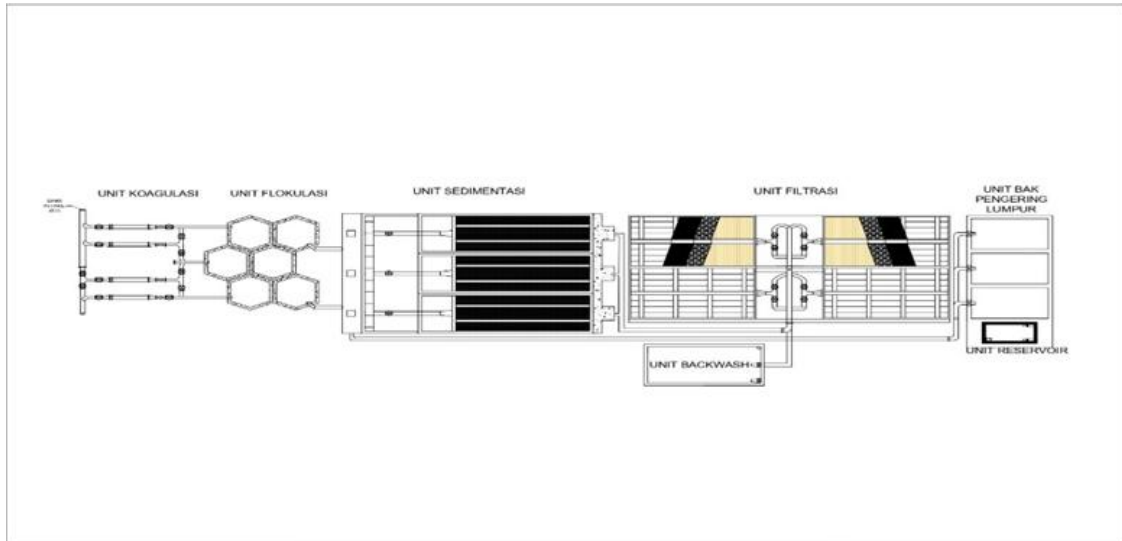
Unit-unit pengolahan yang dipilih pada instalasi pengolahan air minum di Desa Tumbohon terdiri dari intake, unit koagulasi, unit flokulasi, unit sedimentasi, unit filtrasi, unit desinfeksi, dan reservoir. Pemilihan unit pengolahan ini didasarkan pada Permen PUPR No. 27 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan SPAM, bahwa diwajibkan penggunaan sistem IPAM Konvensional (*Conventional Complete*) untuk mengolah air sungai menjadi air minum.

### 3.6 Dimensi Unit Pengolahan IPAM

**Tabel 5.** Dimensi Unit Pengolahan IPAM di Desa Tumbohon

Unit Intake	
Barscreen	Jumlah 2 buah, Panjang saluran 0,17 m, Lebar saluran 0,58 m, Kedalaman saluran 0,29 m
Pintu air	Lebar 0,8 m, Tinggi 0,25 m, Tinggi bukaan 0,251 m
Saluran intake	Lebar 0,29 m, Tinggi 0,48 m, Koefisien kekasaran manning 0,013
Bak pengumpul	Jumlah bak 2 bak, Panjang 2,75 m, Lebar 1,37 m, Kedalaman efektif 3,2 m
Unit Koagulasi	
Koagulasi in-line static mixer	Jumlah elemen 4, Diameter pipa 0,35 m, Panjang 2,10 m
Unit Flokulasi	
Flokuator statis bentuk heksagonal	Jumlah saluran 3, Jumlah kompartemen 3, Jumlah bak per kompartemen 2, Panjang sisi heksagonal 1,61 m, Kedalaman 3m
Unit Sedimentasi	
Unit sedimentasi	Panjang 20,4 m, Lebar 3m, Kedalaman total 3,72 m
Unit Filtrasi	

Bak filtrasi	Panjang bak 14,4 m, Lebar 8,4 m, Kedalaman 5 m
Bachwash	Panjang 10 m, Lebar 8,2 m, Kedalaman 2 m
<b>Unit Pengering Lumpur</b>	
Bak pengering lumpur	Panjang 9,5 m, Lebar 5 m, Kedalaman 2 m
<b>Unit Reservoir</b>	
Bak reservoir	Panjang 2,82 m, Lebar 1,44 m, Kedalaman total 3,3 m



**Gambar 3.** Unit Instalasi Pengolahan Air Minum Di Desa Tumbohon

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil uji laboratorium terhadap parameter besi, nitrit, padatan tersuspensi (TSS), fecal coliform, dan total coliform menunjukkan bahwa hasil uji sampel air sungai di Desa Tumbohon secara umum belum memenuhi standar kualitas Air Baku Kelas I sesuai dengan PP No. 22 Tahun 2021. Beberapa parameter, terutama (Besi dan Fecal Coliform), berada di atas nilai ambang batas yang diperbolehkan.
2. Berdasarkan hasil perhitungan, kebutuhan air bersih di Desa Tumbohon mengalami peningkatan dari 0,16 liter/detik pada tahun 2025 menjadi 0,25 liter/detik pada tahun 2044. Dengan faktor harian maksimum dan faktor jam puncak, kebutuhan tertinggi diperkirakan mencapai 0,50 liter/detik.
3. Dirancang sistem IPAM konvensional lengkap yang terdiri atas unit intake, koagulasi (in-line static mixer), flokulasi, sedimentasi, filtrasi, desinfeksi, dan unit pengolahan lumpur. Debit air baku yang tersedia sebesar 2,19 m<sup>3</sup>/detik dianggap mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air minum selama 20 tahun mendatang.

#### Referensi

- Al-Layla, M.H. (1978). *Water Resources and Water Supply Engineering*. New York: McGraw-Hill.
- Anggriani, R. (2008). *Pengaruh Koagulasi Menggunakan Alum terhadap Kualitas Air Bersih*. Bandung: Universitas Pasundan.
- Anggraeni, A. dan Susanawati, L. (2011). *Teknologi Pengolahan Air Bersih*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2008). *SNI 6774:2008 – Tata Cara Perencanaan Teknik Sistem Pengolahan Air Bersih*. Jakarta: BSN.
- Fair, G.M., Geyer, J.C., & Okun, D.A. (1986). *Elements of Water Supply and Wastewater Disposal*. New York: Wiley.

- Fristiana, E. (2017). *Metodologi Penelitian: Teori dan Aplikasi dalam Penelitian Teknik Lingkungan*. Jakarta: Graha Ilmu.
- Hammer, M.J., & Hammer, M.J. Jr. (2008). *Water and Wastewater Technology*. 6th Edition. New Jersey: Pearson Education.
- JICA (Japan International Cooperation Agency). (1990). *Manual Desain Instalasi Pengolahan Air Bersih*. Tokyo: JICA.
- Kalensun, A. (2016). *Perancangan Instalasi Pengolahan Air Minum di Kecamatan Langowan*. Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- Kawamura, S. (1990). *Integrated Design of Water Treatment Facilities*. New York: John Wiley & Sons.
- Kawamura, S. (1991). *Design of Water Treatment Plant*. New York: Wiley-Interscience.  
(Catatan: pastikan hanya salah satu dari dua entri Kawamura ini yang benar – periksa tahun rujukan aslinya di dokumen Anda.)
- Kučera, M., Tuhovčák, L., & Biela, M. (2016). *Water Supply and Water Quality Management in Urban Areas*. Journal of Environmental Engineering.
- Mackenzie, D. (2010). *Hydraulic Mixing in Water Treatment*. London: IWA Publishing.
- Metcalf & Eddy, Inc. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*. 5th Edition. New York: McGraw-Hill Education.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/Menkes/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No. 27/PRT/M/2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM).
- Reynolds, T.D. & Richards, P.A. (1977). *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering*. Boston: PWS Publishing.
- Tchobanoglous, G., Burton, F.L., & Stensel, H.D. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. 4th Edition. Boston: McGraw-Hill.