

Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Minum di Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung

Muhamad Firqi Ramadhan, Etih Hartati*

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional, Bandung Indonesia

*Koresponden email: etih@itenas.ac.id

Diterima: 27 Agustus 2024

Disetujui: 2 September 2024

Abstract

The Sustainable Development Goals (SDGs), point 6, has the objective of ensuring access to clean water and sanitation. The planning of a drinking water treatment plant is an essential component of achieving Target 6.1, which aims to provide safe and affordable drinking water for all by 2030. However, the Pangalengan subdistrict in Bandung Regency is confronted with a significant challenge, as 56.67% of cattle farmers are engaged in the discharge of livestock waste into the Cisangkuy River. It is therefore imperative to plan the construction of a drinking water treatment plant in the Pangalengan subdistrict. The research method commences with a comparison of the results of raw water tests conducted on the Cisangkuy River, which are then contrasted with the stipulations set forth in Health Minister Regulation No. 2 of 2023. Subsequently, a population projection is conducted in order to ascertain the projected water demand. The projected water demand is 371.92 liters per second in 2032. Subsequently, the selection of treatment units is conducted using the Likert scale method. The analysis yielded the conclusion that the quality standards are exceeded by the parameters turbidity and coliform. The alternative units employed are the intake, barscreen, coagulation and flocculation, sedimentation, filtration, disinfection, and reservoir units.

Keywords: *treatment unit, pangalengan district, cisangkuy river, clean water, water treatment plan*

Abstrak

Sustainable Development Goals (SDGs) poin ke-6 memiliki target akses air bersih dan sanitasi yang layak. Perencanaan instalasi pengolahan air minum mendukung target poin 6.1 untuk menyediakan air minum yang aman dan terjangkau bagi masyarakat pada tahun 2030. Namun, Kecamatan Pangalengan di Kabupaten Bandung menghadapi masalah yaitu sebanyak 56,67% peternak sapi membuang limbah kotoran peternakan ke Sungai Cisangkuy, maka dari itu perlu dilakukan perencanaan instalasi pengolahan air minum di Kecamatan Pangalengan. Metode penelitian dimulai dengan membandingkan hasil uji air baku yang diambil dari Sungai Cisangkuy yang kemudian dibandingkan dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023. Kemudian, dilakukan proyeksi penduduk untuk mendapat proyeksi kebutuhan air. Pada proyeksi kebutuhan air diperoleh debit sebesar 371,92 l/detik pada tahun 2032. Setelah itu, dilakukan penentuan unit pengolahan menggunakan metode skala likert. Berdasarkan hasil analisis didapat parameter yang melebihi baku mutu adalah kekeruhan dan coliform. Alternatif unit yang digunakan adalah unit *intake*, *barscreen*, koagulasi & flokulasi, sedimentasi, filtrasi, desinfeksi, dan *reservoir*.

Kata Kunci: *unit pengolahan, kecamatan pangalengan, sungai cisangkuy, air bersih, instalasi pengolahan air minum (ipam)*

1. Pendahuluan

Sustainable Development Goals (SDGs) atau pembangunan berkelanjutan pada target poin ke-6 adalah air bersih dan sanitasi yang layak. Air bersih mencakup pada air minum, yang mana perencanaan instalasi pengolahan air minum dapat membantu target 6.1, yaitu air minum yang aman dan terjangkau. Namun, Kecamatan Pangalengan termasuk dalam Kabupaten Bandung menghadapi tantangan ketersediaan air minum. Salah satu faktor penyebab berkurangnya ketersediaan air minum adalah kualitas Sungai Cisangkuy berubah karena limbah dari kotoran sapi yang dialirkan ke sungai tersebut. Berdasarkan penelitian Nurjahya dalam [1] persentase peternak hewan sapi yang membuang limbah kotoran ke badan sungai tanpa melalui proses pengolahan mencapai 56,67%, yang secara signifikan berkontribusi terhadap permasalahan pencemaran lingkungan.

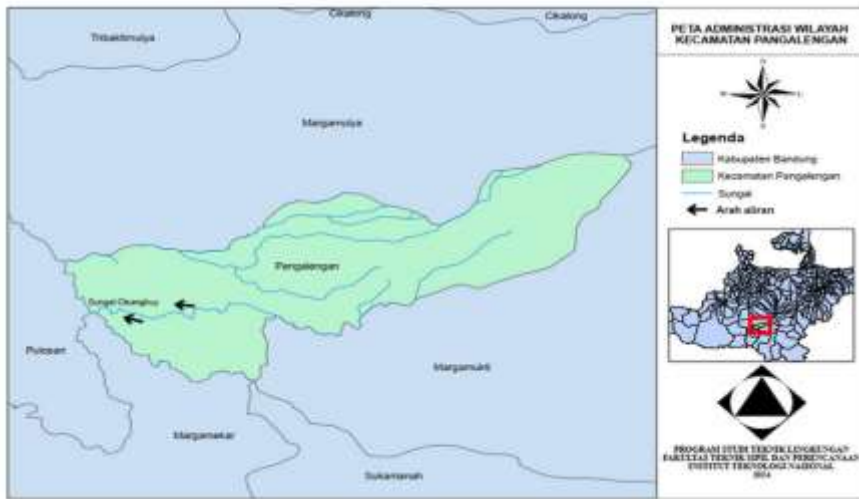
Kecamatan Pangalengan memiliki luas wilayah sebesar 27.294,77 Ha. Penggunaan lahan di kecamatan ini terbagi menjadi tiga kategori utama, yaitu lahan pertanian sawah seluas 961,86 Ha, lahan pertanian bukan sawah seluas 22.692,48 Ha, dan lahan non-pertanian yang meliputi area seperti pemukiman, industri, dan

fasilitas umum seluas 3.640,45 Ha [2]. Pencemaran air di daerah Kecamatan Pangalengan berpotensi mengalami pencemaran dari sektor pertanian. Hal ini disebabkan pemakaian pupuk yang berlebihan kemudian terbawa oleh air yang mengalir menuju ke aliran Sungai Cisangkuy. Sungai ini direncanakan sebagai sumber air untuk perencanaan instalasi pengolahan air minum di Kecamatan Pangalengan [3]. Tujuan dari studi merencanakan instalasi pengolahan air minum berdasarkan hasil uji air Sungai Cisangkuy dan dapat melayani hingga tahun 2032.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Kecamatan Pangalengan, yang secara administratif berada di bawah Kabupaten Bandung, merupakan wilayah pegunungan dengan topografi yang bervariasi. Secara geografis, kecamatan ini terletak pada koordinat 107° 29' - 107° 39' Bujur Timur dan 7° 19' - 7° 6' Lintang Selatan, dengan ketinggian di atas permukaan laut berkisar antara 984 hingga 1.571 meter. Sungai Cisangkuy merupakan salah satu sumber daya air yang penting bagi wilayah ini [2]. Berikut peta wilayah Kecamatan Pangalengan yang ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta Administrasi Kecamatan Pangalengan
Sumber: Geospasial, 2024 dan Hasil Analisis, 2024

2.2 Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk merupakan metode perhitungan prediksi penduduk di masa depan berdasarkan data terkini dengan sebelumnya. Proyeksi penduduk dibutuhkan untuk menentukan kebutuhan air pada tahun 2022 hingga 2032. Metode yang digunakan pada proyeksi penduduk yaitu metode aritmatika, geometri, dan *least square*.

2.2.1 Metode Aritmatika

Metode ini diterapkan ketika data menunjukkan penambahan penduduk yang konsisten setiap tahun, umumnya pada kota kecil dengan pertumbuhan ekonomi dan perkembangan yang lambat. Berikut merupakan persamaan pada metode proyeksi aritmatika [4]:

$$P_t = P_o (1+rt) \dots \dots \dots (1)$$

dimana:

- P_t: total jumlah penduduk pada tahun ke-t (jiwa)
- P_o: total jumlah penduduk pada awal tahun (jiwa)
- r: tingkat pertumbuhan penduduk tiap tahun (jiwa/tahun)
- t: jangka waktu antara tahun awal dan tahun akhir pengamatan (tahun)

2.2.2 Metode Geometri

Metode ini digunakan untuk memperkirakan pertumbuhan penduduk dalam jangka pendek hingga menengah, Pertumbuhan penduduk diasumsikan meningkat secara eksponensial dengan laju yang konstan dalam periode waktu tertentu. Berikut merupakan persamaan pada metode proyeksi geometri [4]:

$$P_t = P_o (1 + r)^t \dots \dots \dots (2)$$

dimana:

Pt: total jumlah penduduk pada tahun ke-t (jiwa)

Po: total jumlah penduduk pada awal tahun (jiwa)

r: tingkat pertumbuhan penduduk tiap tahun (jiwa/tahun)

t: jangka waktu antara tahun awal dan tahun akhir pengamatan (tahun)

2.2.3 Metode Least Square

Pada metode ini digunakan untuk menentukan garis yang paling benar dengan data historis, yang objektif dan berguna untuk memproyeksikan jumlah penduduk di masa mendatang. Metode ini dapat digunakan untuk memprediksi pertumbuhan penduduk jika data historis menunjukkan hubungan linear antara waktu dan jumlah penduduk, meskipun pertumbuhannya tidak selalu bertambah. Berikut merupakan persamaan pada metode proyeksi *least square* [5]:

$$Y = a + bX ; a = \frac{\sum Y}{n} ; b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} \dots\dots\dots(3)$$

dimana:

Y = data berkala (time series) = taksiran nilai trend

a = nilai awal trend

b = laju pertumbuhan rata – rata tahunan

X = variabel waktu

2.3 Metode Analisis Data

Tahapan perencanaan IPAM yang memanfaatkan air baku dari Sungai Cisangkuy dimulai dengan proyeksi penduduk untuk melakukan perhitungan proyeksi kebutuhan air pada tahun 2022 hingga 2032. Kualitas air sungai yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 tahun 2023 (Permenkes No 2 Tahun 2023). Tahapan terakhir yaitu menentukan unit pengolahan terpilih.

2.3.1 Air Baku

Perencanaan IPAM ini menggunakan air baku dari Sungai Cisangkuy. Berikut merupakan hasil pengujian kualitas air baku Sungai Cisangkuy tahun 2022 tercantum pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kualitas Hasil Uji Air Baku Sungai Cisangkuy

No	Parameter	Satuan	*Hasil Uji	Baku Mutu Air Minum PerMenKes no 2 tahun 2023	Keterangan
Fisika					
1	Temperatur	°C	24	Suhu udara ± 3	Memenuhi
2	Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/l	108	300	Memenuhi
3	Kekeruhan	NTU	21,67	<3	Tidak Memenuhi
Kimia Anorganik					
1	pH	mg/l	6,84	6,5-8,5	Memenuhi
2	Nitrit sebagai N	mg/l	0,01	3	Memenuhi
3	NO sebagai N	mg/l	2	20	Memenuhi
4	NH ₃ N Bebas	mg/l	<0,05	-	Memenuhi
5	Besi (Fe)	mg/l	-	0,2	Memenuhi
6	Mangan (Mn)	mg/l	-	0,1	Memenuhi
7	Seng (Zn)	mg/l	<0,021	3	Memenuhi
8	Kadmium (Cd)	mg/l	<0,007	0,003	Memenuhi
9	Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mg/l	4	250	Memenuhi
10	Fluorida (F ⁻)	mg/l	0,4	1,5	Memenuhi
11	Klorida (Cl)	mg/l	7	-	Memenuhi
Kimia organik					
1	Fenol	mg/l	0,001	-	Memenuhi
2	Minyak dan Lemak	mg/l	<0,44	-	Memenuhi
3	BOD	mg/l	1	6	Memenuhi
4	COD	mg/l	<7,03	12	Memenuhi
5	DO	mg/l	7	-	Memenuhi

Mikrobiologi					
1	Total Coliform	CFU/100 ml	178.900	0	Tidak Memenuhi

Sumber: *DLH Kabupaten Bandung, 2022.
PerMenKes No 2 Tahun 2023[6].

Keterangan: (-) Pada hasil uji tidak ada data atau pada baku mutu tidak terdapat data Suhu udara Kecamatan Pangalengan 24,9°C [2].

Mengacu pada hasil pengujian sumber air baku yang dibandingkan dengan baku mutu PerMenKes No 2 Tahun 2023, parameter kekeruhan dan *total coliform* melebihi baku mutu.

2.3.2 Penentuan Alternatif Pengolahan

Berdasarkan hasil kualitas air baku Sungai Cisangkuy diperoleh 2 parameter yang belum memenuhi standar baku mutu air PerMenKes No 2 Tahun 2023. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengolahan untuk memenuhi baku mutu air minum.

Tabel 2. Metode Pengolahan

No	Parameter Uji	Metode Pengolahan
1	Kekeruhan	Koagulasi→Flokulasi→Sedimentasi→Filtrasi
2	Total Coliform	Filtrasi→Desinfeksi

Sumber: Rizqullah, 2024 [7]

Berdasarkan **Tabel 2** maka dapat direncanakan 2 alternatif pengolahan selanjutnya, dilakukan skoring untuk menentukan alternatif pengolahan dengan metode skala *likert*. Pada penelitian ini, skala *likert* rentang nilai 0 dan 1. Alternatif pengolahan yang memiliki skor paling besar akan terpilih menjadi alternatif pengolahan terpilih [8]. Berikut merupakan 2 alternatif pengolahan yang direncanakan:

- Alternatif 1
Bar Screen→ *Koagulasi & flokulasi* → *Sedimentasi* → *Slow Sand Filter* → *Desinfeksi* → *Reservoir*
- Alternatif 2
Bar Screen→ *Koagulasi & flokulasi* → *Sedimentasi* → *Rapid Sand Filter* → *Desinfeksi* → *Reservoir*

Berikut ini merupakan tabel hasil skoring seluruh alternatif pengolahan

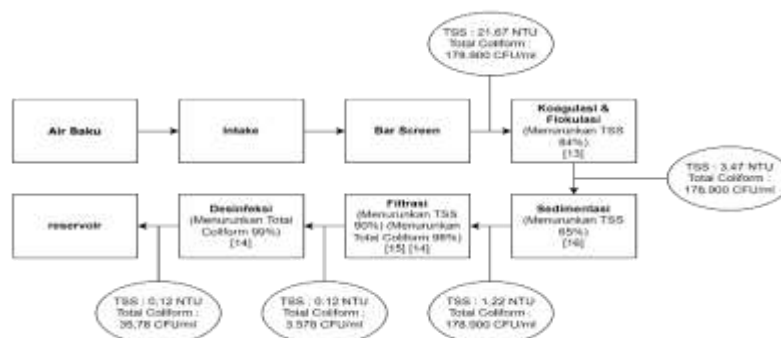
Tabel 3. Hasil Skoring Alternatif Pengolahan

Kriteria	Alternatif 1	Alternatif 2
Luas Lahan yang Digunakan	0	1
Kesesuaian Teknologi Pengolahan dengan Kualitas Air	1	0
Efisiensi dalam menghilangkan kontaminan	1	0
Biaya Investasi	1	0
Biaya Perawatan	1	0
Kemudahan Pengoperasian	1	0
Total	5	1

Sumber: Hasil analisis, 2024

Keterangan: 0 = kurang baik 1 = lebih baik

Berdasarkan **Tabel 3** skoring alternatif pengolahan yang terpilih adalah alternatif 1. Berikut merupakan **Gambar 2** skema unit pengolahan terpilih.



Gambar 2. Skema Unit Pengolahan Terpilih

Sumber: Hasil analisis, 2024

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Proyeksi Penduduk dan Kebutuhan Air Bersih

Data jumlah penduduk dari tahun sebelumnya sangat penting untuk membuat proyeksi populasi. Dalam memilih metode proyeksi yang paling tepat. Pada saat menganalisis data, menggunakan rumus statistik seperti standar deviasi, koefisien variasi, dan koefisien korelasi. Koefisien korelasi menunjukkan seberapa kuat hubungan antara dua variabel (x dan y). Semakin dekat nilainya ke $+1$ atau -1 , semakin kuat hubungannya. Standar deviasi dipilih berdasarkan nilai terkecil, karena semakin kecil nilai SD, semakin akurat data proyeksi terhadap data asli. Sedangkan untuk koefisien variasi, dipilih adalah koefisien dengan satuan terkecil. [9].

Tabel 4. Jumlah Penduduk Kecamatan Pangalengan pada tahun 2013 - 2022

Tahun	Penduduk (jiwa)	Tahun	Penduduk (jiwa)
2013	145.540	2018	153.102
2014	146.030	2019	157.647
2015	148.353	2020	154.290
2016	150.549	2021	158.495
2017	152.735	2022	161.839

Sumber: Kecamatan Pangalengan dalam Angka, 2013-2022

Tabel 5. Metode Pemilihan Proyeksi Penduduk

Kriteria		Aritmatika	Geometri	Least Square
SD	Mendekati eksisting	5.483,07	5.264,53	5.234,94
CV	Paling Kecil	0,03568	0,03497	0,03425
Korelasi	Mendekati 1	0,9679	0,9680	0,9679

Sumber: Hasil analisis, 2024

Berdasarkan **Tabel 5** metode yang terpilih adalah metode geometri karena memenuhi 2 dari 3 kriteria proyeksi penduduk dengan nilai koefisien korelasi (r) 0,9680 dan koefisien variasi (CV) 0,03497. Standar deviasi untuk metode geometri tidak mendekati nilai eksisting sebesar 5131,23, meskipun demikian metode geometri telah memenuhi 2 dari 3 kriteria sehingga metode yang digunakan adalah metode geometri. Metode yang digunakan ini akan menghasilkan proyeksi penduduk pada tahun 2032 sebanyak 181.263 jiwa.

Proyeksi penduduk dan kebutuhan air dilakukan menggunakan metode geometri, sehingga Kecamatan Pangalengan pada tahun 2032 memiliki jumlah penduduk sebanyak 181.263 jiwa pada tahun 2032. Kecamatan Pangalengan diklasifikasikan ke dalam kategori kota sedang karena jumlah penduduk diantara 100.000 – 500.000 jiwa dengan standar kebutuhan air bersih 120 l/o/h [10].

Tabel 6. Proyeksi Penduduk

Tahun (1)	Penduduk (jiwa) (2)	Kebutuhan Air Bersih (l/o/h) (3)	Kebutuhan Air (L/detik) $4 = (2) \times (3)$	Kebutuhan air non-domestik (L/detik) (5)	Kebutuhan Air Total (L/detik) $6 = (4) + (5)$
2022	161.487	120	224,28	110,32	334,6
2024	165.262		229,53	112,18	341,71
2026	169.124		234,89	114,10	348,99
2028	173.077		240,38	116,07	356,46
2030	177.123		246,00	118,09	364,09
2032	181.263		251,75	120,17	371,92

Sumber: Hasil analisis, 2024

3.2 Perhitungan Pada Unit IPAM

Mengacu pada skema IPAM yang dipilih, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk unit IPAM. Berikut merupakan perhitungan untuk unit IPAM sebagai berikut:

a. Unit Intake

Intake merupakan unit yang berfungsi untuk mengambil air baku sesuai dengan jumlah debit yang dibutuhkan. Intake yang direncanakan adalah river intake, karena jenis intake ini memiliki keunggulan dalam hal pemeliharaan yang lebih mudah serta cocok untuk mengatasi perbedaan tingkat muka air sungai antara

musim hujan dan musim kemarau [11]. *River intake* memiliki sumur beton berdiameter 3-6 m dengan 2 atau lebih pipa besar (*penstok*) yang dilengkapi katup. *River Intake* terletak pada bagian hulu sungai supaya jauh dari sumber-sumber pencemaran seperti limbah domestik dan industri yang lebih sering ditemukan di bagian tengah dan hilir, dengan begitu kualitas air yang diambil lebih baik [12]. Kriteria desain intake tercantum pada **Tabel 7** dan potongan unit pada **Gambar 3**.

Tabel 7. Kriteria Desain Unit Intake

No	Parameter	satuan	Kriteria desain	Nilai*
1	Safety factor (sf)	%	7,5**	7,5
2	Freeboard	%	20**	20
3	Faktor maksimum (fmd)		1,4**	1,4
4	Waktu detensi (td)	menit	1-20***	20
5	Tinggi muka air maks (HWL)	m		8,5
6	Tinggi muka air min (LWL)	m		7
7	Dasar sumur intake	m	1,45	1,45

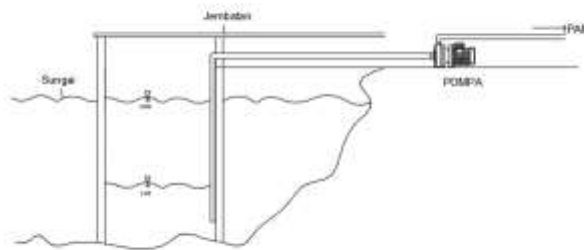
Sumber: ** Reynolds,1995 [17]

*** SNI 6774-2008 [18]

Keterangan: * Nilai yang digunakan dalam perencanaan

Berdasarkan Rizquallah dkk, 2024 maka perhitungan unit intake sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_{md} &= Q \times fmd = 371,92 \text{ L/detik} \times 1,4 = 520,68 \text{ l/detik} && = 0,521 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 Q_{\text{total}} &= Q_{md} + (Sf \times Q_{md}) = 0,521 \text{ m}^3/\text{detik} + (7,5\% \times 0,521 \text{ m}^3/\text{detik}) && = 0,560 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 \text{Volume Intake} &= Q_{\text{total}} \times td = 0,560 \text{ m}^3/\text{detik} \times 1200 \text{ detik} && = 672 \text{ m}^3 \\
 \text{Tinggi intake (H}_{\text{efektif}}) &= HWL - (LWL - \text{dasar sumur intake}) = 8,5 \text{ m} - (7 \text{ m} - 1,45 \text{ m}) && = 2,95 \text{ m} \\
 \text{Tinggi intake (H}_{\text{total}}) &= H_{\text{ef}} + (\text{freeboard} \times H_{\text{efektif}}) = 2,95 \text{ m} + (20\% \times 2,95 \text{ m}) && = 3,54 \text{ m}.
 \end{aligned}$$



Gambar 4. Potongan Unit Intake

Sumber: Junianto, 2016 [28]

b. Unit Barscreen

Barscreen merupakan bagian pengolahan pertama yang berfungsi menyisihkan benda kasar berukuran cukup besar agar tidak terbawa pada pengolahan selanjutnya yang akan menimbulkan kerusakan atau gangguan. *Barscreen* yang digunakan berupa *coarse screen* dan bentuk saluran rectangular [19]. Kriteria desain *barscreen* dapat dilihat pada **Tabel 8** serta gambar denah dan potongan unit pada **Gambar 5** hingga **Gambar 7**.

Tabel 8. Kriteria Desain Unit Barscreen

No	Parameter	Satuan	Kriteria Desain	Nilai*
1	Kecepatan melewati barscreen	m/detik	0,3 - 0,6	0,3
2	Lebar batang	mm	4 - 10	10
3	Kedalaman Batang	mm	25 - 50	50
4	Jarak bukaan antar batang	mm	25 - 75	59
5	Slope arah horizontal	Derajat (°)	45 - 60	45
6	Jumlah Bar	buah	-	5

Sumber: SNI 6774-2008 [18]

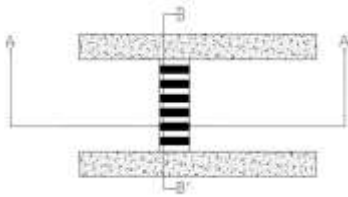
Keterangan: * Nilai yang digunakan dalam perencanaan

Berdasarkan Hardiyantiningsih dkk (2024) [21], maka perhitungan unit *barscreen* sebagai berikut:

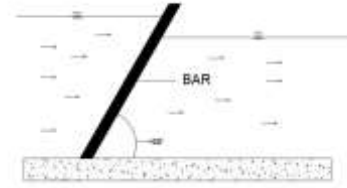
$$\text{Across} = \frac{Q}{V} = \frac{0,560 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,3 \text{ m}/\text{detik}} = 1,86 \text{ m}^2$$

$$\text{Tinggi saluran} = \sqrt{\frac{\text{Across}}{2}} = \sqrt{\frac{1,86 \text{ m}^2}{2}} = 0,96 \text{ m}$$

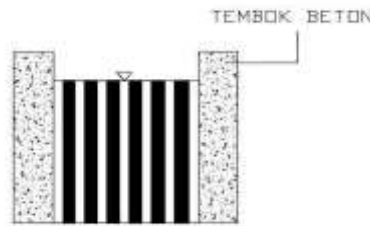
$$\text{Lebar saluran} = 2 \times t = 2 \times 0,96 = 1,92 \text{ m}$$



Gambar 5. Denah Unit Barscreen
Sumber: Hasil analisis, 2024



Gambar 6. Potongan A-A' Unit Barscreen
Sumber: Hasil analisis, 2024



Gambar 7. Potongan B-B' Unit Barscreen
Sumber: Hasil analisis, 2024

c. Unit koagulasi dan flokulasi

Proses koagulasi adalah pencampuran koagulan ke dalam air dengan pengadukan cepat yang digunakan untuk menjadikan koloid tidak stabil [22]. Kriteria desain unit koagulasi dan flokulasi tercantum pada **Tabel 9** dan **Tabel 10**, serta gambar unit pada **Gambar 8** dan **Gambar 9**.

Tabel 9 Kriteria Desain Unit Koagulasi

No	Parameter	Satuan	Kriteria Desain	Nilai*
1	Gradien kecepatan	detik ⁻¹	400-1000	700
2	Waktu detensi (td)	detik	20-60	60
3	Ketinggian (H)	m	>0,3	3

Sumber: PerMen PUPR, 2016 [23]

* Nilai perencanaan

Berdasarkan Rizqullah dkk (2024) [7], maka perhitungan unit koagulasi sebagai berikut:

$$V_{\text{bak}} = Q_{\text{total}} \times t_d = 0,560 \text{ m}^3/\text{detik} \times 60 \text{ detik} = 33,6 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas permukaan} = \frac{\text{Volume}}{H} = \frac{33,6 \text{ m}^3}{3 \text{ m}} = 11,2 \text{ m}^2$$

$$\text{Panjang dan lebar tangki} = \sqrt{11,2 \text{ m}^2} = 3,34 \text{ m}$$

Flokulasi adalah proses pengadukan secara perlahan yang menciptakan pergerakan air yang tenang, memungkinkan partikel-partikel flok saling berinteraksi dan membentuk flok yang lebih besar, sehingga memudahkan proses pengendapan pada bak sedimentasi [22].

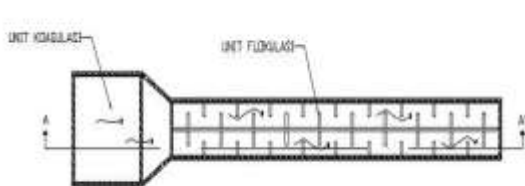
Tabel 10. Kriteria Desain Unit Flokulasi

No	Parameter	Satuan	Kriteria Desain	Nilai*
1	Gradien Kecepatan	detik ⁻¹	1-60	54,11
2	Waktu detensi (td)	menit	20-40	40
3	Bak flokulasi	buah	6-10	10
4	Kecepatan Aliran	m / detik	0,1 – 0,9	0,1

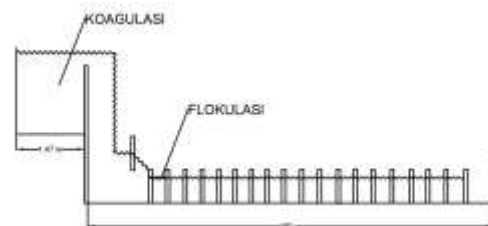
Sumber: Qasim, 1985 [20]
Keterangan = * Nilai perencanaan

Berdasarkan referensi Rizqullah dkk (2024) [7], maka perhitungan unit flokulasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume bak} &= td \times Q_{\text{total}} = 40 \text{ menit} \times \frac{60 \text{ detik}}{1 \text{ menit}} \times 0,560 \text{ m}^3/\text{detik} &&= 1344 \text{ m}^3 \\ \text{Volume tiap bak} &= \frac{\text{Volume bak}}{\text{jumlah bak}} = \frac{1344 \text{ m}^3}{10} &&= 134,4 \text{ m}^3/\text{detik} \\ \text{Across} &= \frac{Q_{\text{total}}}{\text{Kecepatan aliran}} = \frac{0,560 \text{ m}^3}{0,1 \text{ m}^3/\text{detik}} &&= 5,6 \text{ m}^2 \\ \text{Panjang tiap bak} &= \frac{\text{Volume bak}}{\text{Across}} = \frac{1344 \text{ m}^3}{5,6 \text{ m}^2} &&= 240 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 8. Denah Unit Koagulasi dan Flokulasi
Sumber: Hasil analisis, 2024



Gambar 9. Gambar Potongan Unit Koagulasi dan Flokulasi
Sumber: Hasil analisis, 2024

d. Sedimentasi

Sedimentasi merupakan tempat untuk pemisahan partikel padat dari suspensi seperti flok yang berasal dari unit flokulasi dengan gaya gravitasi melalui pengendapan karena berat jenis cairan lebih kecil daripada berat jenis padatan [24]. Berikut merupakan kriteria desain unit sedimentasi yang tercantum pada **Tabel 11**, serta gambar unit pada **Gambar 10** dan **Gambar 11**.

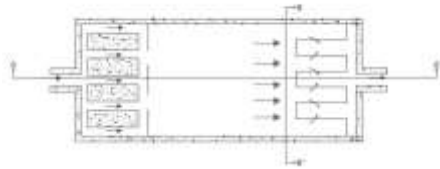
Tabel 11 Kriteria Desain Unit Sedimentasi

No	Parameter	Satuan	Kriteria Desain	Sumber
1	Kedalaman	m	3 - 6	
2	Panjang / lebar	m	>1-5	[22]
3	Kemiringan tube/plate	Derajat (°)	30 / 60	

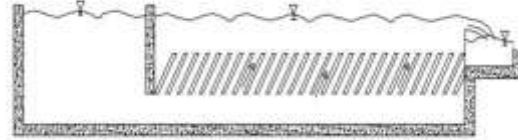
Berdasarkan referensi Rizqullah dkk (2024) [7], maka perhitungan unit sedimentasi sebagai berikut:
Berikut merupakan hasil perhitungan:

Asumsi rasio panjang lebar 2 : 1 dengan tinggi bak 5 m

$$\begin{aligned} \text{Lebar} &= 4 \text{ m} \\ \text{Panjang} &= 2 \text{ m} \\ \text{Tinggi} &= 5 \text{ m} \\ \text{Volume bak} &= 40 \text{ m}^3 \\ V &= \frac{Q}{A} = \frac{0,560 \text{ m}^3}{4 \times 2 \text{ m}^2} = 0,07 \text{ m/detik} \\ Td &= \frac{v}{Q} = \frac{40 \text{ m}^3}{0,560 \text{ m}^3/\text{detik}} = 71,42 \text{ detik} \end{aligned}$$



Gambar 10. Denah Unit Sedimentasi
Sumber: Hasil analisis, 2024



Gambar 11. Potongan A-A' Unit Sedimentasi
Sumber: Hasil analisis, 2024

f. Filtrasi

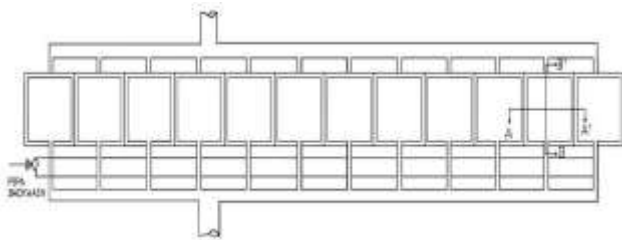
Proses filtrasi dilakukan dengan tujuan untuk menurunkan tingkat kekeruhan air. Hal ini dicapai dengan mengalirkan air melalui media filter yang terdiri dari butiran-butiran material berpori. Partikel padat yang lebih besar dari pori-pori media filter akan tertahan, sehingga air yang keluar menjadi lebih jernih [25]. Berikut merupakan kriteria desain unit filtrasi yang dapat dilihat pada **Tabel 12**, serta gambar unit pada **Gambar 12** dan **Gambar 13**.

Tabel 12. Kriteria Desain Filtrasi

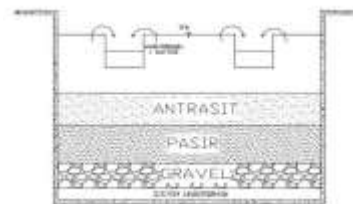
No	Parameter	satuan	Kriteria Desain	Sumber
1	Jumlah bak saringan	buah	$12\sqrt{Q}$	[22]
2	Kecepatan penyaringan	m/jam	6 - 11	
3	Tebal media (Pasir)	mm	300-700	
4	Tebal media (antrasit)	mm	400-500	

Berdasarkan referensi Rizqullah dkk (2024) [7], maka perhitungan unit filtrasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah filter (N)} &= 12\sqrt{Q} = 12\sqrt{0,560} \text{ m}^3/\text{detik} = 9 \text{ filter} + 1 \text{ cadangan} \\ \text{Debit tiap bak} &= \frac{Q}{N} = \frac{0,560 \text{ m}^3/\text{detik}}{8} = 0,07 \text{ m}^3/\text{detik} \\ \text{Luas tiap bak} &= \frac{Q_{\text{bak}}}{V_f} = \frac{0,07 \text{ m}^3/\text{detik}}{6 \text{ m} \times \frac{1 \text{ jam}}{3600 \text{ detik}}} = 42 \text{ m}^2 \\ \text{Dimensi bak} &= \sqrt{As} = \sqrt{42} = 6,48 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 12. Denah Unit Filtrasi
Sumber: Hasil Analisis, 2024



Gambar 13. Potongan A-A' Unit Filtrasi
Sumber: Hasil Analisis, 2024

g. Desinfeksi

Desinfeksi merupakan proses pengolahan air minum dengan melindungi air dari bahaya mikroorganisme penyebab penyakit. Pada proses ini menggunakan metode kimiawi dengan bahan kaporit ($\text{Ca}(\text{OCl}_2)$) [26]. Kriteria desain unit desinfeksi dilihat pada **Tabel 13**, serta gambar unit pada **Gambar 14** dan **Gambar 15**.

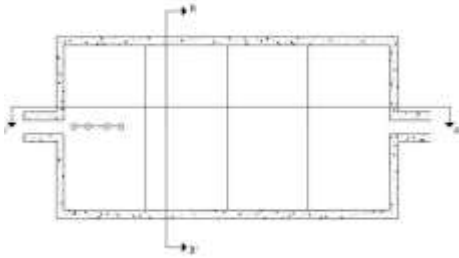
Tabel 13. Kriteria Desain Desinfeksi

No	Parameter	Satuan	Kriteria desain
1	Dosis pembubuhan (C)	mg/l ($\text{Ca}(\text{OCl}_2)$)	3,7
2	Larutan klor 1%	mg/l	1000
3	Kehilangan tekanan maksimal (hfmax)	m/km	2
4	Kedalaman bak (H)	m	2
5	Perbandingan P: L		1:1

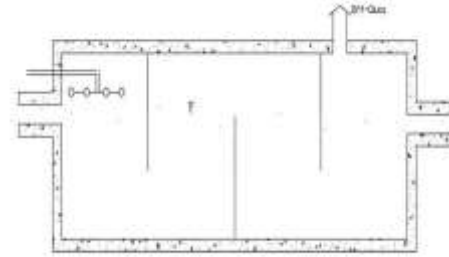
Sumber: Bambang Triatmodjo, 1996

Berdasarkan Rizqullah dkk (2024) [7], maka perhitungan unit desinfeksi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Dosis kebutuhan klor murni} &= \% \text{ klor} \times C = 60\% \times 3,7 \text{ mg/l} &&= 2,2 \text{ mg/l} \\ \text{Kekuatan untuk mengikat klor} &= \text{dosis klor murni} - \text{sisa klor} = 2,2 \text{ mg/l} - 0,6 \text{ mg/l} &&= 1,6 \text{ mg/l} \\ \text{Pembubuhan yang diperlukan} &= (\text{DPC} + \text{sisa klor}) \times \frac{100\%}{\% \text{ klor}} = (1,6 \text{ mg/l} + 0,6 \text{ mg/l}) \times \frac{100\%}{60\%} &&= 3,6 \text{ mg/l} \end{aligned}$$



Gambar 14. Denah Unit Desinfeksi
 Sumber: Hasil analisis, 2024



Gambar 15. Potongan A-A' Desinfeksi
 Sumber: Hasil analisis, 2024

4. Kesimpulan

Perencanaan IPAM di Kecamatan Pangalengan menggunakan air baku yang berasal dari Sungai Cisangkuy. IPAM ini direncanakan memiliki debit sebesar 371,92 l/detik berdasarkan hasil proyeksi kebutuhan air. Perencanaan ini menggunakan 7 unit yaitu intake dengan volume sumur intake 672 m³, tinggi intake total 3,45 m; barscreen tinggi 0,96 m, lebar 1,96 m; koagulasi dengan volume bak 33,6 m³, luas 11,2 m², panjang dan lebar 3,34; flokulasi volume bak 1344 m³, panjang 240 m; sedimentasi panjang 3 m, lebar 2, dan tinggi 5 m; filtrasi jumlah filter 9 dan 1 cadangan, luas bak 42 m², dimensi 6,48 m; desinfeksi kebutuhan dosis klor murni yang dibutuhkan 2,2 mg/l, kekuatan untuk mengikat klor 1,6 mg/l dan pembubuhan yang diperlukan 3,6 mg/l.

5. Daftar Pustaka

- [1] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2016). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum
- [2] BPS Kabupaten Bandung Barat. "Bandung Barat Dalam Angka 2022". Badan Pusat Statistik Kabupaten Bandung Barat, 2022
- [3] Sampe, H. R., Juwana, I., & Marganingrum, D. (2018). Kajian Perhitungan Beban Pencemaran Sungai Cisangkuy di Cekung Bandung dari Sektor Pertanian. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 2(2), 165-175.
- [4] Marlina, M. M. M., Jaya, A. R., & Yupi, H. M. (2023). Analisis Kebutuhan Dan Ketersediaan Air Bersih Di Kota Buntok Kabupaten Barito Selatan: Analysis Of Clean Water Need And Availability In Buntok City, Barito Selatan Regency. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Transukma*, 5(2), 105-118.
- [5] Sinaga, E. (2023). Penerapan Metode Least Squares Method Dalam Estimasi Penjualan Produk Elektronik. *Journal of Computing and Informatics Research*, 2(2), 44-48.
- [6] Kementerian Kesehatan RI. Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. Jakarta; 2023.
- [7] Rizqullah, A. R., Sururi, M. R., & Hartati, E. (2024). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Minum di Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bandung Barat. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(2), 8527-8534.
- [8] Taluke, D., Lakat, R. S., & Sembel, A. (2019). Analisis preferensi masyarakat dalam pengelolaan ekosistem mangrove di pesisir pantai kecamatan loloda kabupaten Halmahera Barat. *Spasial*, 6(2), 531-540.
- [9] Darmawan, D. R., Sururi, M. R., & Hartati, E. (2023). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Minum di Kecamatan Bandung Kidul, Kota Bandung. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(2).
- [10] SNI 6728.1:2015, Penyusunan Neraca Spasial Sumber Daya Alam - Bagian 1: Sumber Daya Air. Badan Standarisasi Nasional.
- [11] Pugel, Pandi M. Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Kecamatan Belitang Kabupaten Sekadau Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. Universitas Tanjungpura Pontianak, 2015.

- [12] Salimi, A., Karami, H., Farzin, S., Hassanvand, M., Azad, A., & Kisi, O. (2020). Design of water supply system from rivers using artificial intelligence to model water hammer. *ISH Journal of Hydraulic Engineering*, 26(2), 153-162.
- [13] Wijayanto, E. M., Farahdiba, A. U., & Rosariawari, F. (2019). Penyisihan Total Suspended Solid (Tss) Air Sungai Dengan Hidraulis Koagulasi Flokulasi. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 11(2), 53-59.
- [14] Kurniawan, A. (2014). Rancang Bangun Sistem Pengolahan Limbah Cair Domestik Terpadu (Compact System). *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 2(1).
- [15] Quraini, N., Busyairi, M., & Adnan, F. (2022). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Berbasis Masyarakat Kelurahan Masjid Samarinda Seberang. *Jurnal Teknologi Lingkungan UNMUL*, 6(1), 1-11.
- [16] Kurniawan, A. (2015). Penentuan Kapasitas Unit Sedimentasi Berdasarkan Tipe Hindered Zone Settling. In *National Conference on Conservation For Batter Life*. Semarang.
- [17] Reynolds, T. D., & Richards, P. A. C. (1995). *Unit operations and processes in environmental engineering*: PWS Publishing Company.
- [18] Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 6774-2008: Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air. Jakarta
- [19] Sari, A. P. (2016). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Agar-agar. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), D92-D97.
- [20] Syed R. Qasim. 1985. *Wastewater Treatment Plants, Palnning, Design, and Operation*. Holt, Rinerhart, and Winton, CBS College Publishing.
- [21] Hardiyantiningasih, V. W., Winardi, W., & Fitriyaningsih, Y. (2024) Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit dr. Achmad Diponegoro Putussibau Kabupaten Kapuas Hulu. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 12(1), 038-046.
- [22] Kusuma, D. P. A. (2021). Pengolahan Air Limbah Industri Tekstil Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi (Studi Kasus Desa Soropadan, Kecamatan Pringsurat, Kabupaten Temanggung). *G-SMART*, 5(2), 99-103.
- [23] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2016). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum
- [24] Kurniawan, A. (2015). Penentuan Kapasitas Unit Sedimentasi Berdasarkan Tipe Hindered Zone Settling. In *National Conference on Conservation For Batter Life*. Semarang.
- [25] Febrina, R. (2023). Pembuatan Saringan Pasir Di Sungai Atu Kul Tembolon Kabupatenbener Meriah Untuk Mengurangi Keckeruhan. *Biram Samtani Sains*, 7(2), 37-47.
- [26] Ali Masduqi & Abdu F. Assomadi. 2012. *Operasi & Proses Pengolahan Air Edisi Kedua*. ITS Press, Surabaya.
- [27] Bambang Triatmodjo, 1996, *Hidraulika I*, Beta Offset, Yogyakarta.
- [28] Junianto, J. (2016). *Analisa Kebutuhan Air Bersih Kota Batam Pada Tahun 2025* (Doctoral dissertation, Universitas Internasional Batam).