

Tahapan Penyusunan Dokumen Rencana Pengamanan Air Minum di Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Kota Cimahi

Arynda Dewi*, Rachmawati Sugihhartati Dj

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

*Koresponden email: aryndadewi2@gmail.com

Diterima: 13 Desember 2025

Disetujui: 24 Desember 2025

Abstract

Possessing of safe drinking water is crucial for sustainable health development. Deteriorating water quality can endanger human health, one of which is diarrhea caused by water contaminated with *E. coli* bacteria. This study aims to develop a RPAM document to determine strategies for reducing the risk of hazardous events in all SPAM components. The methods used for this study were observational studies and literature reviews. The study concluded that the preparation of the RPAM document focuses on priority risks and proactively monitors protective measures designed to protect the water supply. Through the preparation of the RPAM document, it is also expected that customer complaints about water quality will be significantly reduced.

Keywords: *drinking water, water quality, water safety plans*

Abstrak

Ketersediaan air minum yang aman sangat penting untuk pengembangan kesehatan berkelanjutan. Penurunan kualitas air bisa membahayakan kesehatan manusia, salah satunya menyebabkan diare karena air yang terkontaminasi bakteri *E.Coli*. Studi ini bertujuan untuk menyusun dokumen RPAM, guna menentukan strategi pengurangan risiko kejadian bahaya pada seluruh komponen SPAM. Metode yang digunakan untuk studi ini, melalui studi observasional dan studi literatur. Kesimpulan dari studi ini, penyusunan dokumen RPAM berfokus pada risiko prioritas, dan secara proaktif memantau upaya perlindungan yang dirancang untuk melindungi pasokan air. Melalui penyusunan dokumen RPAM juga, diharapkan keluhan pelanggan tentang kualitas air berkurang secara signifikan.

Kata Kunci: *air minum, kualitas air, rencana pengamanan air minum*

1. Pendahuluan

Peningkatan eksploitasi sumber air minum yang berasal dari air tanah maupun air permukaan, jika tidak diolah dengan baik, maka akan menimbulkan degradasi kualitas dan kuantitas air minum [7]. Penurunan kualitas air menimbulkan ancaman besar bagi kesehatan manusia, *World Health Organization* (WHO) memperkirakan sekitar 1,8 juta orang meninggal karena penyakit diare setiap tahunnya. Penyakit tersebut berasal dari konsumsi air yang terkontaminasi bakteri patogen [5]. Adanya kontaminasi *E.coli* meningkatkan risiko kematian akibat diare pada anak-anak di bawah usia 24 bulan [9]. Penelitian [8] menyebutkan wabah penyakit diare, salah satunya disebabkan karena pengolahan air yang tidak memadai ataupun rusaknya sistem distribusi pada air minum. Sistem distribusi dirancang untuk melindungi pasokan air yang sudah diolah dari paparan kontaminan *E. coli*. Hal ini bertujuan agar air yang terdistribusi ke masyarakat aman [2].

Dalam Peraturan Presiden Nomor 12 Tahun 2025 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2025-2029, target pemerintah dalam memenuhi akses rumah tangga perkotaan terhadap air siap minum perpipaan bagi masyarakat Indonesia pada tahun 2025 sebesar 39.20%. Target tersebut pada tahun 2023 baru terpenuhi sebesar 24% [3]. Hal itu terjadi karena kebocoran pipa di jaringan distribusi, yang menyebabkan tingginya angka kehilangan air dan memungkinkan pencemaran air terjadi, dan menyebabkan kualitas air menurun [1]. Pemerintah mengembangkan Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM) untuk mencapai target air minum aman, dengan mengadaptasi *Water Safety Plans* (WSPs) dari WHO.

RPAM adalah pendekatan analisis risiko untuk mencapai standar air minum aman, fokus pada kualitas, penerimaan, dan kuantitas air dalam konteks kesehatan masyarakat [15]. Dengan RPAM, diharapkan keluhan pelanggan tentang kualitas air berkurang signifikan [13]. Dalam meninjau ketercapaian standar kualitas air minum aman, terdapat beberapa peraturan yang digunakan sebagai acuan, yaitu

Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021; Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023; serta Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No. 27 Tahun 2016. Pelaksanaan RPAM pada SPAM merupakan langkah yang diambil untuk memenuhi target air siap minum perpipaan bagi masyarakat Indonesia pada tahun 2025 sebesar 39,20% [3].

Perumda Air Minum Tirta Raharja, institusi yang melaksanakan RPAM di SPAM Kota Cimahi, hanya melayani 12,74% penduduk di wilayah Kabupaten Bandung, Bandung Barat, dan Kota Cimahi [4]. Komplek Cibogo Permai di Kecamatan Cimahi Selatan menggunakan air dari IPAM Cipageran, yang dikelola oleh Perumda Air Minum Tirta Raharja. Namun, kompleks ini menghadapi masalah kehilangan air dan kekeruhan, yang mempengaruhi kualitas air minum [10]. Pelaksanaan RPAM di SPAM Kota Cimahi akan mengacu pada WSPs (*Water Safety Plans*) dari WHO tahun 2023, dan pedoman pelaksanaan RPAM dari Direktorat Pengembangan Air Minum, Ditjen Cipta Karya, Kementerian PUPR tahun 2021. Evaluasi akan dilakukan mulai dari *catchment area* hingga konsumen (sambungan rumah).

2. Metode Penelitian

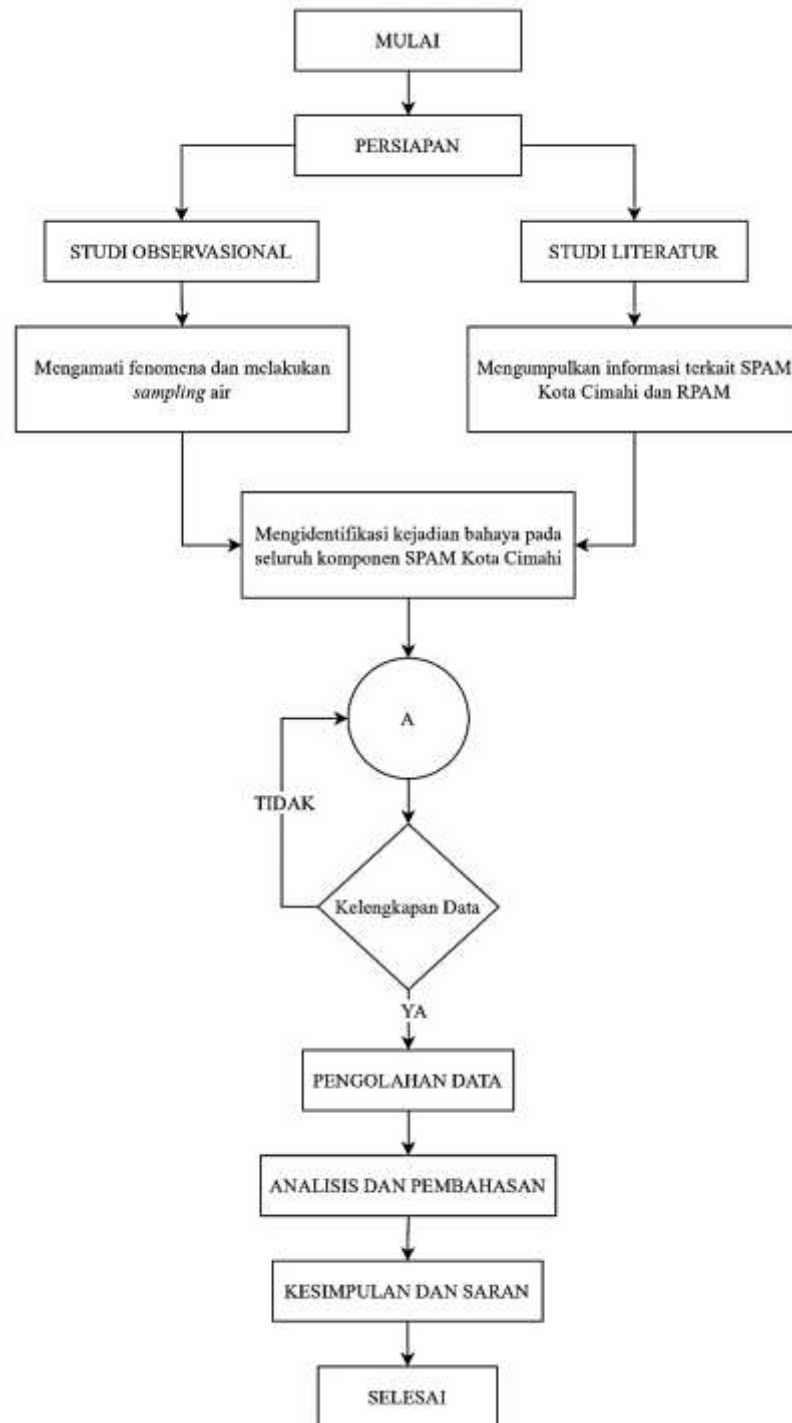
Penyusunan dokumen RPAM mengacu pada WSPs manual WHO tahun 2023, dan Pedoman Pelaksanaan RPAM dari Kementerian PUPR tahun 2021. Dalam kedua acuan tersebut, memuat langkah kerja berupa modul secara berurutan, yang terdiri dari Modul 1 (M1) hingga Modul 11 (M11); tetapi dalam penelitian ini hanya meneliti Modul 2 (M2) hingga Modul 7 (M7) saja. Penelitian dilakukan dengan mengadopsi pendekatan pencarian sistematis untuk meninjau literatur ilmiah tentang RPAM, SPAM, manajemen risiko pada SPAM, dan air minum. Pelaksanaan penelitian dibuat secara sistematis dalam bentuk diagram alir, pada **Gambar 1**.

2.1 Studi Observasional

Studi observasional adalah penelitian yang mengamati langsung objek atau kejadian tanpa intervensi atau manipulasi variabel. Tujuan dari studi observasional penyusunan dokumen RPAM, yaitu untuk mengidentifikasi kejadian bahaya pada seluruh komponen SPAM.

2.2 Studi Literatur

Studi literatur adalah penelitian yang mengumpulkan, menganalisis, dan mensintesis informasi dari sumber-sumber tertulis, seperti buku, jurnal, artikel, dan dokumen lainnya, untuk memahami topik atau isu tertentu. Tujuannya untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam dan mengidentifikasi tren, pola, atau kesenjangan pengetahuan.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Modul 2 (M2): Deskripsi Gambaran SPAM

Deskripsi gambaran SPAM secara lengkap, mulai dari *catchment area*, hingga keran konsumen. Gambaran SPAM dibutuhkan untuk mengidentifikasi kerentanan sistem terhadap kejadian bahaya, jenis bahaya yang relevan, dan tindakan pengendalian yang tepat [15]. Tahapan kegiatan penyusunan M2 sebagai berikut.

3.1.1 Informasi Penyelenggara SPAM

Penyusunan informasi penyelenggara SPAM ini membutuhkan data-data tercantum pada **Tabel 1**, **Tabel 2** dan **Tabel 3**.

Tabel 1. Informasi Penyelenggara SPAM

Informasi	Data
Wilayah Pelayanan	
Populasi Penduduk	
Penduduk Terlayani	
Kebutuhan Air Penduduk Total	
Persentase Pelayanan	
Jumlah Unit IPAM	
Jumlah dan Tipe Sambungan	
Riwayat Isu Kualitas Air Baku	
Riwayat Isu Kualitas Air Minum	
Jumlah IPAM Yang Mengaplikasikan RPAM	

Sumber: Kementerian PUPR, 2021

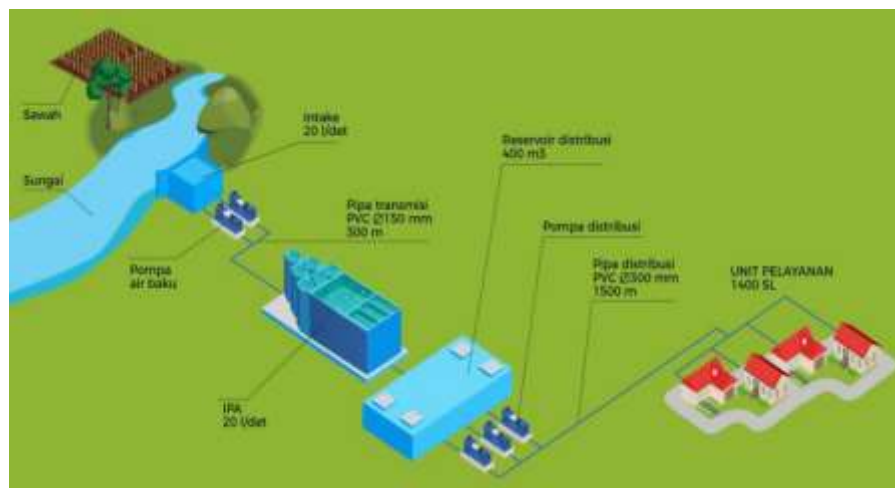
Tabel 2. Informasi *Catchment Area* dan Sumber Air Baku

<i>Catchment Area</i> dan Sumber Air Baku	
Lokasi <i>catchment area</i> dan sumber air baku	
Debit pada <i>catchment area</i> dan sumber air baku (L/det)	
Total debit yang dimanfaatkan (L/det)	

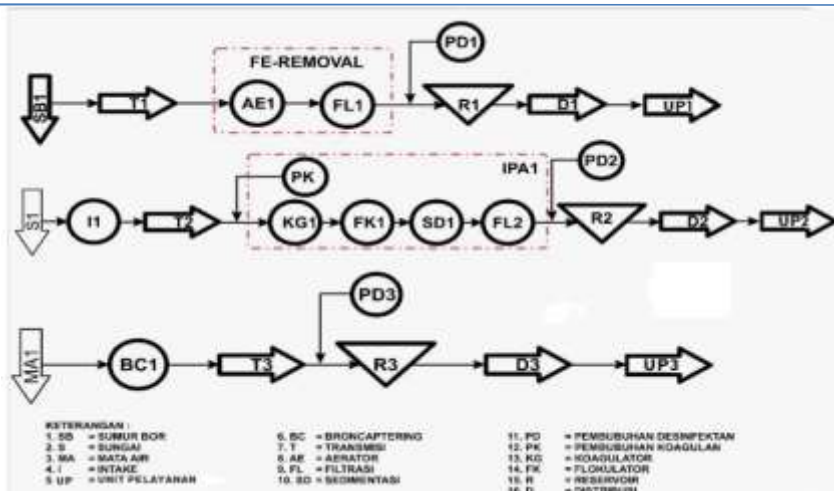
Sumber: Kementerian PUPR, 2021

3.1.2 Membuat Gambar SPAM *Existing*

Data untuk penggambaran perlu disesuaikan dengan kondisi *existing* masing-masing SPAM. Contoh gambar skematik tertuang pada **Gambar 2**. Penyusunan diagram alir dikembangkan berdasarkan gambar skematik SPAM yang sudah disusun sebelumnya. Semua informasi komponen SPAM dalam skematik, harus dituangkan secara runut untuk setiap bagiannya ke dalam bentuk diagram alir. Adapun pembuatan diagram alir SPAM pada **Gambar 3** [6].



Gambar 2. Contoh Gambar Skematik SPAM (Kementerian PUPR, 2021)



Gambar 3. Contoh Diagram Alir SPAM (Kementerian PUPR, 2021)

3.1.3 Inventarisasi Performa Kualitas Air Produksi

Pada setiap komponen SPAM dilakukan pendataan performa kualitas air, mulai dari titik unit air baku, produksi, distribusi, dan pelayanan sesuai dengan diagram alir yang sudah disusun sebelumnya. Adapun persamaan 1 yang digunakan, sebagai berikut [6].

$$\frac{\text{kualitas air yang masuk} - \text{kualitas air yang keluar}}{\text{kualitas air yang masuk}} \times 100\% \quad (1)$$

3.1.4 Mendata Pengguna dan Penggunaan Air

Untuk menentukan tingkat kerentanan konsumen terhadap air yang terkontaminasi, perlu didefinisikan dengan jelas data pengguna air, baik domestik maupun non domestik, serta jenis penggunaan air tersebut [6].

3.2 Modul 3 (M3): Identifikasi Bahaya dan Kejadian Bahaya

Modul 3 bertujuan mengenali bahaya dan kejadian bahaya yang mungkin terjadi pada sistem SPAM. Proses identifikasi bahaya diperoleh melalui pengamatan lapangan, studi dokumen, dan faktor-faktor risiko seperti pengolahan air di daerah banjir atau usia pipa. Modul 3 disusun dengan membuat daftar bahaya dan kejadian bahaya [15].

3.2.1 Membuat Daftar Bahaya dan Kejadian Bahaya

Tahap ini diawali dengan mengamati fenomena bahaya yang berpotensi mengganggu proses produksi air aman, dengan dokumentasi kejadian. Bahaya bisa berupa kontaminasi zat kimia, fisik, atau mikroba yang berbahaya bagi kesehatan masyarakat, sedangkan kejadian bahaya adalah peristiwa yang memunculkan bahaya pada SPAM. Daftar bahaya dan kejadian bahaya disusun menggunakan persamaan 2 [6].

$$X \text{ terjadi terhadap } Y \text{ karena } Z \quad (2)$$

Dengan:

X = Sesuatu yang berpotensi buruk terhadap kualitas pasokan air;

Y = Komponen SPAM; dan

Z = Penyebab X terjadi.

Penggunaan formula tersebut dimaksudkan untuk membuat tabel klasifikasi kejadian bahaya berdasarkan tipe bahaya. Contoh format kejadian bahaya dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 3. Format Kejadian Bahaya

Komponen SPAM	Kejadian Bahaya	Tipe Bahaya
Sumber: Sungai (S)	Kontaminasi mikrobiologi (X) di sumber (Y) karena adanya aktivitas peternakan (Z)	Mikrobiologi

Sumber: Kementerian PUPR, 2021

3.2.2 Penilaian Risiko

Metode penilaian risiko menggunakan pendekatan kuantitatif atau semi-kuantitatif, mempertimbangkan frekuensi kejadian bahaya, dan tingkat keparahan. **Tabel 6** dan **7** menunjukkan tahapan penilaian risiko sesuai Pedoman Pelaksanaan RPAM Kementerian PUPR 2021, sementara **Tabel 8** adalah contoh matriks penilaian risiko.

Tabel 4. Klasifikasi Peluang Kejadian Bahaya

Skala	Keterangan	Definisi
1	Sangat jarang	Ketika pengujian kualitas air dilakukan, data menunjukkan bahwa parameter kualitas air melebihi standar, minimal terjadi sekali setiap lebih dari 1 tahun
2	Kemungkinan kecil	Ketika pengujian kualitas air dilakukan, data menunjukkan bahwa parameter kualitas air melebihi standar, minimal terjadi sekali setiap tahun
3	Mungkin	Ketika pengujian kualitas air dilakukan, data menunjukkan bahwa parameter kualitas air melebihi standar, minimal terjadi sekali setiap bulan
4	Sangat mungkin	Ketika pengujian kualitas air dilakukan, data menunjukkan bahwa parameter kualitas air melebihi standar, minimal terjadi sekali setiap minggu
5	Hampir pasti	Ketika pengujian kualitas air dilakukan, data menunjukkan bahwa parameter kualitas air melebihi standar, minimal terjadi sekali setiap hari

Sumber: Perumda Tirtawening Kota Bandung, 2023

Tabel 5. Klasifikasi Dampak Keparahan Risiko

Skala	Keterangan	Definisi
1	Tidak Signifikan	Kualitas air tidak berdampak apa pun terhadap kesehatan masyarakat dan tidak ada satu pun keluhan pelanggan
2	Minor	Parameter fisik tidak memenuhi standar kualitas air dan berpotensi mengakibatkan keluhan pelanggan dalam satu sub zona wilayah pelayanan
3	Sedang	Parameter fisik (bau, warna, rasa) tidak memenuhi standar kualitas air dan berpotensi mengakibatkan keluhan pelanggan dalam satu zona wilayah pelayanan
4	Mayor	Parameter kimia tidak memenuhi standar kualitas air dan berpotensi menyebabkan masalah kesehatan berjangka panjang
5	Ekstrem	Parameter mikrobiologi pada kualitas air mengakibatkan dampak signifikan terhadap kesehatan masyarakat. Parameter kimia berpotensi secara langsung mengakibatkan masalah kesehatan

Sumber: Perumda Tirtawening Kota Bandung, 2023

Tabel 6. Matriks Penilaian Tingkat Risiko

Matriks Risiko		Klasifikasi Dampak Keparahan Risiko (DK)				
		Tidak Signifikan	Minor	Sedang	Mayor	Ekstrem
Klasifikasi Peluang Kejadian Bahaya (P)	Skala	1	2	3	4	5
	1	1	2	3	4	5
	2	2	4	6	8	10
	3	3	6	9	12	15
	4	4	8	12	16	20
	5	5	10	15	20	25
Skor Risiko (SkR)		1-5	6-10	11-15	16-20	≥21
Tingkat Risiko (TR)		Rendah	Medium	Tinggi	Sangat Tinggi	Ekstrem

Sumber: Kementerian PUPR, 2021

Tabel 6 dan **Tabel 7** dibuat menjadi matriks di **Tabel 8** untuk menghitung skala risiko. Berikut persamaan 3.3 yang digunakan untuk menghitung skala risiko, dan format penilaian risiko pada **Tabel 9**.

$$\text{Skala Risiko} = \text{Skala Peluang Kejadian Bahaya} \times \text{Skala Dampak Keparahan Risiko} \quad (3)$$

Tabel 7. Format Penilaian Risiko

Kode Lokasi	Komponen SPAM	Kejadian Bahaya	Tipe Bahaya	Risiko Tanpa Tindakan Pengendalian			
				P	DK	SkR	TR
SC	Sumber Air Baku : Sungai Cijanggal	Kontaminasi mikrobiologi (X) di sumber (Y) karena adanya aktivitas peternakan (Z)	Mikrobiologi	5	5	25	Ekstrem

Sumber: Kementerian PUPR, 2021

3.3 Modul 4 (M4): Tindakan Pengendalian dan Kaji Ulang Risiko

Modul 4 bertujuan mengevaluasi efektivitas pengendalian risiko pada kejadian bahaya yang telah diidentifikasi di M3. Langkah-langkahnya meliputi:

- Identifikasi tindakan pengendalian *existing*;
- Validasi dan evaluasi efektivitas pengendalian; dan
- Identifikasi kejadian bahaya yang belum terkendali

Tujuan utama M4 adalah mengevaluasi efektivitas pengendalian dan menulis hasil penilaian risiko, sehingga tindakan dapat diprioritaskan untuk mengendalikan risiko yang belum terkendali [6]. Adapun format penyusunan M4, pada **Gambar 4**.

Kode Lokasi	Komponen SPAM	Kejadian Bahaya	Tipe Bahaya	Risiko Tanpa Tindakan Pengendalian				Tindakan Pengendalian Existing	Validasi			Catatan Validasi	Risiko Dengan Tindakan Pengendalian Existing			
				P	DK	SkR	TR		Efektif (E)	Tidak Efektif (TE)	Tidak Pasti (TP)		P	DK	SkR	TR
SC	Sumber Air Baku : Sungai Cijanggal	Kontaminasi mikrobiologi (X) di sumber (Y) karena adanya aktivitas peternakan (Z)	Mikrobiologi	5	5	25	Ekstrem	-	-	-	-	Tidak Ada	5	5	25	Ekstrem

Gambar 4. Format Penilaian Tingkat Risiko (Kementerian PUPR, 2021)

3.4 Modul 5 (M5): Rencana Perbaikan

Rencana perbaikan disusun untuk meningkatkan SPAM secara bertahap. Rencana ini dibutuhkan jika risikonya tinggi atau bahayanya belum terkendali. Dalam menyusun rencana perbaikan, perlu diperhatikan

tindakan spesifik, penanggung jawab, *deadline*, anggaran, dan prioritas (jangka pendek, menengah, panjang) [6]. Adapun format Rencana perbaikan, tertuang pada **Gambar 5**.

Komponen SPAM	Kejadian Bahaya	Tipe Bahaya	Risiko Tanpa Tindakan Pengendalian				Tindakan Pengendalian Existing	Validasi			Catatan Validasi	Risiko Dengan Tindakan Pengendalian Existing				Rencana Perbaikan
			P	DK	SKR	TR		E	TE	TP		P	DK	SKR	TR	
Sumber Air Baku : Sungai Cijanggal	Kontaminasi mikrobiologi (X) di sumber (Y) karena adanya aktivitas peternakan (Z)	Mikrobiologi	5	5	25	Ekstrem	-	-	-	-	Tidak Ada	5	5	25	Ekstrem	

Gambar 5. Format Rencana Perbaikan (Kementerian PUPR, 2021)

3.5 Modul 6 (M6): *Monitoring Operasional*

Monitoring rutin penting untuk memastikan tindakan pengendalian *existing* bekerja efektif untuk menjaga keamanan air di SPAM. Melalui validasi di Modul 4, tindakan pengendalian terbukti mampu mengatasi bahaya, dan *monitoring* rutin memastikan tindakan tersebut berjalan dengan benar secara kontinu [6]. Adapun format Rencana *Monitoring Operasional*, tersaji pada **Gambar 6**.

Komponen SPAM	Kejadian Bahaya	Tindakan Pengendalian Existing	Tingkat Risiko Hasil Uji: Ulang Risiko	Monitoring Operasional							Batas Kritis	Tindakan Koreksi			
				Apa yang akan dipantau?	Dimana?	Kapan?	Bagaimana?	Siapa yang akan melakukan?	Siapa yang menganalisa?	Siapa yang menerima laporan?		Apa tindakan koreksinya?	Siapa?	Seberapa cepat?	Siapa yang akan menerima laporan?
Sumber Air Baku : Sungai Cijanggal	Kontaminasi mikrobiologi (X) di sumber (Y) karena adanya aktivitas peternakan (Z)	-	Ekstrem	Kualitas air	Sungai Cijanggal	Setiap bulan	Melakukan sampling air sungai	Operator intake, dan tim laboratorium	Analisa laboratorium	Kamus laboratorium	Kualitas air memenuhi baku mutu pada Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021	Pemantauan kualitas air perlu dilakukan setiap bulan	Operator intake, dan tim laboratorium	Dilakukan setiap minggu	Kepala Seksi (Kasi) Produksi

Gambar 6. Format Rencana *Monitoring Operasional* (Kementerian PUPR, 2021)

3.6 Modul 7 (M7): *Verifikasi*

Modul 7 melakukan verifikasi untuk memastikan proses RPAM berjalan sesuai rencana, sistem air berfungsi dengan baik, dan kualitas air memenuhi standar. Langkah-langkahnya meliputi *monitoring* pemenuhan persyaratan, survei kepuasan pelanggan, dan audit [6].

Komponen SPAM	Parameter	Baku Mutu untuk Air Minum (Permenkes No.2 Tahun 2023)		Hasil	Sesuai/Tidak Sesuai	Penanggung Jawab	Tindak Lanjut
		Nilai	Satuan				
IPAM, dan seterusnya (dst)							

Gambar 7. Format Pemenuhan Persyaratan Kualitas Air Minum (Kementerian PUPR, 2021)

No	Kegiatan Audit	Deskripsi	Frekuensi	Pelaksana	Tempat Penyimpanan Dokumen
1	Audit internal terhadap penyusunan dokumen RPAM, dst				

Gambar 8. Format Rencana Kegiatan Audit (Kementerian PUPR, 2016)

Lokasi Pelanggan	Survei Kepuasan Pelanggan		Apakah air yang digunakan keruh?	Apakah layanan air minum berlangsung 24 jam?	Apakah air minum berbau?	Apakah menggunakan sumber air lain?
	Puas	Tidak Puas				

Gambar 9. Format Survei Kepuasan Pelanggan (Kementerian PUPR, 2021)

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan evaluasi yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan, perencanaan pengamanan air minum berfokus pada risiko prioritas, dan secara proaktif memantau upaya perlindungan yang dirancang untuk melindungi pasokan air. Dengan cara ini, perencanaan pengamanan air minum bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengelola potensi masalah, sebelum berdampak buruk pada

kehatan masyarakat [14]. Pengujian produk akhir digunakan untuk memverifikasi bahwa RPAM berjalan efektif, sebagai bagian dari pendekatan perencanaan pengamanan air minum yang lebih luas.

5. Daftar Singkatan

WSPs	Water Safety Plans
SPAM	Sistem Penyediaan Air Minum
RPAM	Rencana Pengamanan Air Minum
SkR	Skor Risiko
DK	Dampak Keparahana Risiko
P	Peluang Kejadian Bahaya

6. Daftar Pustaka

- [1] Adiyanti, Dewi Nur, Rachmawati S. Dj, dan Dyah Asri Handayani. Identifikasi resiko pada Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM) operator untuk sumber air permukaan di PDAM Tirta Raharja Kabupaten Bandung. *Jurnal Reka Lingkungan* 4.2 (2016): 86-96.
- [2] Awe, O., Okolie, S., & Fayomi, O. (2019). *Optimization of water distribution systems: A review. Journal of Physics: Conference Series*,
- [3] Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas). (2025). Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2025-2029: Menuju Indonesia Emas 2045
- [4] Dwiputri, A. (2023). Laporan Pkm-Evaluasi Sistem Pasokan Air Minum Dari Sumber Hingga Ke Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) Pada Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Cimahi Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Raharja Kabupaten Bandung.
- [5] Forstinus, N. O., Ikechukwu, N. E., Emenike, M. P., & Christiana, A. O. (2016). *Water and waterborne diseases: A review. International Journal of Tropical Diseases and Health*, 12(4), 1-14.
- [6] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Kementerian PUPR). (2021). Pedoman Pelaksanaan Rencana Pengamanan Air Minum Untuk Sistem Jaringan Perpipaan. Draft 2021.
- [7] Kusumawardani, Y. K. Y., & Astuti, W. (2018). Evaluasi pengelolaan sistem penyediaan air bersih di PDAM Kota Madiun. *Neo Teknika*, 4(1).
- [8] Mangalgiri, K. P., Patton, S., Wu, L., Xu, S., Ishida, K. P., & Liu, H. (2019). *Optimizing potable water reuse systems: chloramines or hydrogen peroxide for UV-based advanced oxidation process? Environmental Science & Technology*, 53(22), 13323-13331.
- [9] Mutono, N., Wright, J. A., Mutembei, H., Muema, J., Thomas, M. L., Mutunga, M., & Thumbi, S. M. (2021). *The nexus between improved water supply and water-borne diseases in urban areas in Africa: a scoping review. AAS open research*, 4, 27.
- [10] Perusahaan Umum Daerah Air Minum (Perumda) Tirta Raharja. (2024). Laporan Tahunan Tahun Buku 2024. Kabupaten Bandung: Perumda Air Minum Tirta Raharja
- [11] Perusahaan Umum Daerah Air Minum (Perumda) Tirtawening. (2023). Laporan Kemajuan Pemutakhiran Rencana Pengamanan Air Minum Kota Bandung. Kota Bandung: Perumda Tirtawening Kota Bandung
- [12] Sutomo, S., Sagala, S., Sutomo, B., Wrinarti, S., & Sanjaya, G. (2021). *Accelerating the provision of safe water supply in urban and rural areas of Indonesia*.
- [13] Setty, K., O'Flaherty, G., Enault, J., Lapouge, S., Loret, J. F., & Bartram, J. (2018). *Assessing operational performance benefits of a Water Safety Plan implemented in Southwestern France. Perspectives in public health*, 138(5), 270-278.
- [14] World Health Organization. (2020). *Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus: interim guidance, 23 April 2020* (No. WHO/2019-nCoV/IPC_WASH/2020.3). World Health Organization.
- [15] World Health Organization. (2023). *Water safety plan manual: step-by-step risk management for drinking-water suppliers. World Health Organization*