

Tinjauan Literatur Manajemen Air Tanah di Indonesia: Tantangan dan Strategi Pengelolaan Berkelanjutan

Riska Aprilia Triyadi
UPN Veteran Yogyakarta, Indonesia
Email: riska.apriliah@upnyk.ac.id

Abstrak

Air tanah merupakan sumber daya strategis di Indonesia, penting untuk kebutuhan domestik, pertanian, dan industri. Meskipun ketersediaannya secara keseluruhan relatif tinggi, distribusi air tanah tidak merata baik secara spasial maupun temporal, menyebabkan defisit di daerah tertentu, terutama selama musim kemarau dan di daerah padat penduduk. Pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan industrialisasi telah mendorong ekstraksi air tanah yang berlebihan, berkontribusi pada penurunan tanah dan intrusi air laut, terutama di kota-kota besar seperti Jakarta, Semarang, Bandung, Surabaya, Pekalongan, dan Medan. Selain masalah kuantitas, kualitas air tanah menurun karena kontaminasi dari limbah domestik, industri, dan pertanian, termasuk limbah tekstil di Bandung, serta intrusi air laut di zona pesisir. Meskipun ada regulasi, seperti UU No. 17 Tahun 2019, Peraturan Pemerintah No. 43 Tahun 2008, dan UU No. 32 Tahun 2009, implementasi tetap terbatas karena pengawasan yang lemah, pasokan air alternatif yang tidak mencukupi, dan rendahnya kepatuhan dari industri. Melalui tinjauan literatur, penelitian ini menyoroti perlunya strategi pengelolaan air tanah terintegrasi, yang mencakup ekstraksi terkontrol berdasarkan izin dan pemantauan ilmiah, pengendalian pencemaran melalui pengolahan air limbah dan pemantauan kualitas secara berkala, dan pemulihan akuifer melalui konservasi area isi ulang dan pengisian ulang buatan. Pendekatan kebijakan lintas sektoral dan perluasan layanan air perpipaan sangat penting untuk mengurangi ketergantungan pada sumur pribadi dan memastikan pasokan air tanah yang berkelanjutan.

Kata kunci: manajemen air; strategi pengelolaan; tanah; indonesia

Abstract

Groundwater is a strategic resource in Indonesia, essential for domestic, agricultural, and industrial needs. Although its overall availability is relatively high, groundwater distribution is uneven both spatially and temporally, causing deficits in certain regions, especially during dry seasons and in densely populated areas. Population growth, urbanization, and industrialization have driven excessive groundwater extraction, contributing to land subsidence and seawater intrusion, particularly in major cities such as Jakarta, Semarang, Bandung, Surabaya, Pekalongan, and Medan. In addition to quantity issues, groundwater quality is declining due to contamination from domestic, industrial, and agricultural waste, including textile effluents in Bandung, as well as seawater intrusion in coastal zones. Despite existing regulations, such as Law No. 17 of 2019, Government Regulation No. 43 of 2008, and Law No. 32 of 2009, implementation remains limited due to weak monitoring, insufficient alternative water supplies, and low compliance from industries. Through a literature review, this study highlights the need for an integrated groundwater management strategy, encompassing controlled extraction based on permits and scientific monitoring, pollution control through wastewater treatment and regular quality monitoring, and aquifer recovery via conservation of recharge areas and artificial recharge. A cross-sectoral policy approach and expanded piped water services are essential to reduce reliance on private wells and ensure a sustainable groundwater supply.

Keywords: water management; management strategies; soil; Indonesia



PENDAHULUAN

Air tanah merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat penting bagi masyarakat Indonesia karena menjadi penyedia utama kebutuhan air bersih rumah tangga, pertanian, dan industri. Kondisi iklim tropis dan karakter geologi Indonesia mendukung ketersediaan air tanah dalam jumlah yang cukup besar, namun distribusi spasial dan temporalnya tidak merata. Beberapa wilayah menghadapi defisit air tanah, terutama pada musim kemarau dan di daerah dengan kepadatan penduduk tinggi, sehingga ketergantungan pada air tanah semakin besar

(Iskandar, Makarim, & Chandra, 2022). Hal ini menjadikan air tanah sebagai sumber daya strategis sekaligus rentan terhadap tekanan pemanfaatan berlebih.

Pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan industrialisasi telah meningkatkan permintaan terhadap air tanah di berbagai kota besar di Indonesia. Jakarta, Bekasi, dan Semarang menjadi contoh daerah yang mengalami eksploitasi berlebihan sehingga memicu penurunan muka tanah (*land subsidence*). Badan Geologi (2023) mencatat laju penurunan tanah di beberapa kota besar berkisar antara 1–20 cm per tahun, yang berdampak pada kerusakan infrastruktur serta meningkatnya risiko banjir rob. Studi di Bekasi bahkan menunjukkan laju penurunan tanah mencapai 13,44 cm/tahun akibat aktivitas pemompaan air tanah yang intensif (Rumbyarso, 2024). Fenomena ini menegaskan bahwa eksploitasi air tanah yang tidak terkendali berpotensi menimbulkan krisis lingkungan dan sosial-ekonomi.

Selain dari segi kuantitas, kualitas air tanah di Indonesia juga semakin terancam. Pencemaran akibat limbah domestik, limbah industri, dan penggunaan pupuk serta pestisida di sektor pertanian menurunkan mutu air tanah di banyak wilayah (Sopiyani, 2023). Di wilayah pesisir, intrusi air laut menjadi masalah serius karena menurunkan kadar kesegaran dan meningkatkan salinitas, sehingga air tanah tidak lagi layak untuk kebutuhan domestik (Schmidt, Soefner, & Soekardi, 2016). Kombinasi antara penurunan kuantitas dan degradasi kualitas ini memperlihatkan bahwa pengelolaan air tanah di Indonesia membutuhkan perhatian yang lebih serius dan berbasis pada pendekatan ilmiah.

Pemerintah Indonesia telah berupaya mengatasi permasalahan tersebut melalui berbagai kebijakan, antara lain Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air dan peraturan pelaksanaannya di tingkat daerah. Namun, implementasi di lapangan masih menghadapi kendala serius, seperti lemahnya pengawasan, keterbatasan sumber daya manusia, serta kurangnya data pemantauan hidrogeologi yang komprehensif. Studi kasus di Jatinangor dan Bandung menunjukkan bahwa pengendalian penggunaan air tanah oleh Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) belum berjalan optimal karena lemahnya penegakan hukum serta rendahnya kesadaran masyarakat (Putri, Karlina, & Miradhia, 2020). Hal ini menunjukkan bahwa regulasi yang ada belum sepenuhnya efektif dalam menjaga keberlanjutan pemanfaatan air tanah.

Menghadapi berbagai tantangan tersebut, diperlukan strategi manajemen air tanah yang lebih komprehensif dan berkelanjutan. Pendekatan teknis seperti pengisian buatan (*artificial recharge*), peningkatan daerah resapan, serta pemindahan titik ekstraksi ke lokasi yang lebih aman dari intrusi air laut menjadi solusi yang potensial (Edial, 2021). Selain itu, integrasi sistem monitoring berbasis teknologi dan peningkatan kapasitas kelembagaan serta partisipasi masyarakat sangat penting untuk mendukung pengelolaan air tanah yang efektif (BRIN, 2023). Oleh karena itu, tinjauan pustaka ini bertujuan memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi, permasalahan, serta strategi manajemen air tanah di Indonesia, yang diharapkan dapat menjadi dasar bagi perumusan kebijakan dan agenda penelitian selanjutnya.

Penelitian ini memberikan manfaat ganda, baik secara akademis maupun praktis. Secara akademis, tinjauan literatur ini menyediakan sintesis komprehensif mengenai tantangan dan strategi pengelolaan air tanah di Indonesia, yang dapat menjadi landasan bagi penelitian lebih lanjut dan pengembangan teori dalam bidang manajemen sumber daya air. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai rujukan oleh para pembuat kebijakan, pemerintah daerah, dan lembaga pengelola air tanah dalam merumuskan strategi pengelolaan yang lebih efektif dan

berkelanjutan. Selain itu, penelitian ini juga bermanfaat bagi masyarakat umum dalam meningkatkan kesadaran akan pentingnya konservasi air tanah dan partisipasi aktif dalam menjaga kelestarian sumber daya air.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode literatur review. Metode literatur review dalam bidang water management di Indonesia dilakukan melalui serangkaian tahapan yang sistematis. Pertama, peneliti mengidentifikasi topik dan tujuan, misalnya fokus pada konservasi air dan tantangan pengelolaannya di Indonesia. Selanjutnya, proses pencarian literatur dilakukan melalui berbagai sumber, baik internasional maupun nasional, seperti jurnal ilmiah, laporan lembaga, maupun dokumen pemerintah. Setelah literatur terkumpul, peneliti melakukan seleksi dan evaluasi untuk memastikan sumber yang digunakan relevan. Tahap berikutnya adalah sintesis, yaitu mengorganisasi dan menganalisis temuan penelitian. Dari sintesis ini, dapat ditemukan research gap. Hasil literatur review disusun dalam bentuk narasi rekomendasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketersediaan dan distribusi air tanah di Indonesia

Indonesia memiliki ketimpangan yang nyata dalam ketersediaan dan distribusi air tanah, baik secara spasial maupun temporal. Studi di berbagai wilayah menunjukkan variasi signifikan dalam potensi air tanah akibat perbedaan geologi, tutupan lahan, curah hujan, dan penggunaan lahan. Misalnya, penelitian di Bandung menjelaskan bahwa faktor dominan yang memengaruhi ketersediaan air tanah adalah kedalaman muka air, dengan sebagian besar wilayah diklasifikasikan sebagai memiliki ketersediaan menengah, sementara beberapa kecamatan masuk kategori rendah, menandakan ketimpangan spasial yang perlu mendapat perhatian serius (Salma et al., 2025). Di daerah hulu, seperti DAS Serayu di Jawa Tengah, dominasi kelas "sedang" (48,77 %) dan "baik" (29,77 %) menunjukkan variasi spasial yang kompleks dalam persebaran potensi air tanah (Hardanto et al., 2023). Perbedaan spasial lainnya juga terlihat di Semarang–Demak, di mana daerah tengah cekungan memiliki potensi air tanah sangat baik karena pengaruh curah hujan tinggi, formasi aluvial, dan densitas drainase rendah (Ardiyanto et al., 2025). Selain variasi spasial, ketersediaan air tanah juga dipengaruhi oleh ketimpangan temporal, yakni perubahan dalam kebutuhan dan kondisi yang berulang dari waktu ke waktu. Urbanisasi cepat dan perubahan penggunaan lahan di Bantul, misalnya, meningkatkan kerentanan air tanah secara temporal akibat eksploitasi berlebihan dan penurunan kapasitas resapan (Kintoro et al., 2025). Di Sleman (Yogyakarta), variasi kualitas air tanah dalam jangka pendek juga diamati secara temporal menggunakan analisis statistik di 50 titik sampling, sehingga menunjukkan bagaimana kontaminasi dan kualitas air dapat berubah seiring waktu (Wijayanti et al., 2021).

Sementara itu, identifikasi daerah kritis air tanah menunjukkan konsentrasi eksploitasi berlebihan yang dapat mengancam ketersediaan jangka panjang. Misalnya, pemerintah membatasi penggunaan air tanah di daerah dengan cekungan air tanah tergolong kritis atau rusak melalui pengetatan perizinan. Kajian geologis di Prambanan, Sleman, juga mengungkapkan adanya sebaran wilayah yang “sulit air tanah” didorong oleh kondisi geologi, yang berarti

daerah-daerah tersebut rentan terhadap kekurangan air baku (Kristanto et al., 2020). Selain itu, penelitian menggunakan metode Darcy di Cekungan Air Tanah Jakarta memperlihatkan rentang potensi dinamis dan statis yang cukup besar, menyoroti kebutuhan pengelolaan yang berbeda tergantung sifat akuifer (terbuka maupun tertutup) dan kualitas air baku yang harus memenuhi standar dari Kemenkes maupun WHO (Priyono et al., 2024).

Ketimpangan spasial dan temporal dalam ketersediaan serta distribusi air tanah memiliki implikasi besar terhadap praktik manajemen sumber daya air tanah di Indonesia. Secara spasial, perbedaan potensi air tanah antara wilayah dengan cadangan melimpah (seperti daerah aluvial di Semarang–Demak) dan daerah dengan keterbatasan air tanah (misalnya Prambanan, Sleman) menuntut penerapan kebijakan pengelolaan berbasis wilayah cekungan air tanah (CAT). Menurut Salma et al. (2025), zonasi ketersediaan air tanah di Bandung menunjukkan adanya kawasan dengan kategori rendah yang memerlukan strategi konservasi lebih ketat dibandingkan wilayah dengan ketersediaan menengah hingga tinggi. Hal ini sejalan dengan pendekatan manajemen berbasis CAT yang telah diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 2008 tentang Air Tanah, di mana pemanfaatan harus mempertimbangkan daya dukung dan daya tampung masing-masing cekungan.

Dari sisi temporal, dinamika penggunaan lahan dan pertumbuhan penduduk menyebabkan tekanan berulang pada ketersediaan air tanah. Penelitian Kintoro et al. (2025) di Bantul menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan secara signifikan meningkatkan kerentanan air tanah dari waktu ke waktu, sehingga manajemen air tanah perlu disertai instrumen adaptif yang mampu merespons perubahan kondisi secara berkala. Hal ini menegaskan pentingnya monitoring kualitas dan kuantitas air tanah secara berkesinambungan agar kebijakan tidak bersifat statis.

Identifikasi daerah kritis air tanah juga menjadi komponen penting dalam manajemen, sebab daerah-daerah dengan overeksploitasi seperti CAT Jakarta telah mengalami penurunan muka tanah akibat pengambilan berlebih dari akuifer dalam (Priyono et al., 2024). Oleh karena itu, pengendalian pemanfaatan melalui pembatasan izin sebagaimana dinyatakan Kementerian ESDM (2025) menjadi langkah konkret manajemen untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Namun, pembatasan saja tidak cukup jika tidak diimbangi dengan penyediaan alternatif air baku melalui jaringan SPAM (sistem penyediaan air minum) atau pemanfaatan air permukaan.

Permasalahan Air Tanah yang terjadi di Indonesia

a. Eksploitasi Air Tanah Berlebihan dan Penurunan Muka Tanah

Fenomena eksploitasi air tanah berlebih (*over exploitation*) merupakan salah satu penyebab utama terjadinya penurunan muka tanah (*land subsidence*) di berbagai kota besar di Indonesia. Ketergantungan masyarakat dan sektor industri terhadap air tanah, khususnya di kawasan perkotaan dengan sistem penyediaan air bersih yang belum optimal, telah mendorong pemompaan air tanah secara masif. Kondisi ini berdampak pada menurunnya tekanan pori dalam lapisan akuifer yang berujung pada konsolidasi sedimen aluvial dan menyebabkan turunnya permukaan tanah. Di banyak kota, penurunan muka tanah diperparah oleh faktor beban konstruksi perkotaan, perubahan tata guna lahan, serta intrusi air laut, sehingga menimbulkan risiko sosial, ekonomi, dan lingkungan yang besar.

Jakarta menjadi kota dengan kasus penurunan muka tanah yang paling mengkhawatirkan. Berbagai penelitian berbasis leveling, GPS, dan InSAR menunjukkan bahwa laju *subsidence* di

Jakarta rata-rata berkisar 3–10 cm per tahun, dengan titik ekstrem mencapai sekitar 20–25 cm per tahun. Pemompaan air tanah yang berlebihan untuk kebutuhan domestik dan industri, ditambah dengan beban infrastruktur serta karakter sedimen alluvial muda, merupakan penyebab utama fenomena ini. Dampaknya nyata, berupa semakin luasnya area banjir, keretakan bangunan, dan intrusi air laut yang menekan wilayah pesisir (Abidin et al., 2011; Abidin et al., 2015; Handika et al., 2024). Kota Semarang juga mengalami penurunan signifikan, di mana studi InSAR melaporkan laju subsidence hingga 100–120 mm per tahun di wilayah pesisir utara dan timur. Penyebab utamanya adalah eksploitasi air tanah secara intensif, kondisi geologi delta yang sangat kompresibel, serta urbanisasi yang tidak terkendali, sehingga menyebabkan banjir rob semakin parah (Chaussard et al., 2013; Nugroho et al., 2020).

Di wilayah Cekungan Bandung, yang mencakup Cimahi, Dayeuhkolot, Majalaya, dan Rancaekek, terjadi penurunan muka tanah rata-rata 8 cm per tahun. Beberapa Lokasi bahkan mencapai lebih dari 15 cm per tahun. Faktor dominan adalah pemompaan air tanah untuk industri tekstil dan rumah tangga, yang mempercepat konsolidasi lapisan sedimen aluvial. Akibatnya, banyak bangunan dan infrastruktur jalan mengalami kerusakan, serta meningkatnya risiko banjir di wilayah cekungan (Gumilar et al., 2015). Pekalongan sebagai kota pesisir juga menghadapi permasalahan serupa. Beberapa penelitian mencatat subsidence lebih dari 5–10 cm per tahun akibat kombinasi pemompaan air tanah, aktivitas pertanian, urbanisasi, dan konsolidasi alami. Dampaknya meliputi kerusakan drainase, meningkatnya banjir pasang, dan kerentanan sosial-ekonomi masyarakat pesisir (Tirtomihardjo et al., 2021).

Fenomena ini juga terlihat di kota besar lain seperti Surabaya dan Medan. Di Surabaya, penelitian berbasis GPS dan InSAR menunjukkan penurunan bervariasi antara beberapa milimeter hingga puluhan milimeter per tahun, terutama di pesisir utara dan timur. Pemompaan air tanah dan aktivitas urbanisasi pesisir menjadi faktor dominan penyebabnya (Prasetya et al., 2021). Sementara itu, di Medan, analisis InSAR periode 2015–2023 mendeteksi penurunan hingga puluhan milimeter per tahun di titik-titik tertentu. Peningkatan kebutuhan air tanah seiring pertumbuhan penduduk dan industrialisasi di kawasan metropolitan Medan mempercepat fenomena ini, dengan geologi pesisir Sumatera Utara yang terdiri dari sedimen kompresibel sebagai faktor tambahan (Sibarani et al., 2024).

Overexploitation air tanah yang terjadi di berbagai kota besar di Indonesia tidak hanya berdampak pada ketersediaan air bersih, tetapi juga menimbulkan masalah serius berupa penurunan muka tanah (land subsidence). Kasus di Jakarta, Semarang, Bandung, Surabaya, Pekalongan, hingga Medan menunjukkan pola yang konsisten, yaitu semakin tinggi tingkat ekstraksi air tanah, semakin cepat pula laju penurunan muka tanah. Hal ini memperlihatkan keterkaitan erat antara pola penggunaan air tanah yang tidak terkendali dengan degradasi lingkungan fisik dan sosial-ekonomi masyarakat perkotaan. Oleh sebab itu, fenomena ini menjadi pelajaran penting bahwa pengelolaan (manajemen) air tanah tidak hanya soal memenuhi kebutuhan air, tetapi juga harus mempertimbangkan aspek keberlanjutan lingkungan dan mitigasi bencana. Adanya overexploitation ini menandakan lemahnya regulasi, pengawasan, dan alternatif penyediaan air bersih. Ketika air tanah dipompa melebihi kapasitas alami recharge akuifer, terjadi ketidakseimbangan antara suplai dan permintaan. Dampaknya tidak hanya berupa turunnya muka air tanah, tetapi juga konsolidasi lapisan tanah yang menyebabkan penurunan muka tanah. Data diatas memperlihatkan bahwa tanpa pengelolaan berbasis data dan regulasi ketat, laju degradasi akan terus meningkat

Tabel 1. Perbandingan Penurunan Muka Tanah di Kota-Kota Besar Indonesia

Kota	Laju Penurunan Tercatat	Penyebab Utama	Sumber Pustaka
Jakarta	3–10 cm/tahun (rata-rata); ekstrem ± 20 –25 cm/tahun	Eksplorasi air tanah domestik & industri, konsolidasi sedimen alluvial, beban bangunan	Abidin et al. (2011); Abidin et al. (2015); BRIN (2023)
Semarang	Hingga ± 100 –120 mm/tahun di zona pesisir	Pemompaan air tanah, kompaksi sedimen delta, urbanisasi	Chaussard et al. (2013); Nugroho et al. (2020)
Bandung Basin	Rata-rata 8 cm/tahun; Beberapa titik >15 cm/tahun	Ekstraksi air tanah industri & domestik, konsolidasi sedimen	Gumilar et al. (2015)
Pekalongan	>5–10 cm/tahun di beberapa area	Eksplorasi air tanah, pertanian, urbanisasi, sedimen delta tipis	Tirtomihardjo et al. (2021)
Surabaya	Beberapa mm/tahun hingga puluhan mm/tahun	Pemompaan air tanah, urbanisasi, sedimen pesisir	Prasetya et al. (2021)
Medan	Hingga puluhan mm/tahun (2015–2023)	Ekstraksi air tanah, urbanisasi, sedimen kompresibel	Sibarani et al. (2024)

b. Pencemaran Air Tanah

Kasus pencemaran air tanah di kota-kota besar Indonesia seperti Jakarta, Bandung, Semarang, Surabaya, dan Medan menunjukkan lemahnya manajemen air tanah, khususnya dalam integrasi antara pengelolaan sumber daya air, sistem sanitasi, serta tata ruang perkotaan. Di Jakarta, tingginya tingkat kontaminasi *E. coli* dan Total Coliform dari septic tank ke sumur penduduk menandakan masih dominannya sistem sanitasi individual (on-site sanitation) dibanding sistem perpipaan kota (off-site sanitation). Studi menunjukkan bahwa jarak septic tank dengan sumur gali berpengaruh signifikan terhadap kualitas air tanah, di mana kontaminasi bakteri meningkat pada sumur yang dekat dengan sumber pencemar (Pratiwi & Sulistyorini, 2021). Hasil penelitian lain yang menggunakan indeks pencemaran (Water Pollution Index) mengungkapkan bahwa lebih dari 83% wilayah Jakarta memiliki kualitas air tanah yang tidak memenuhi standar kesehatan, dengan nilai rata-rata WPI sebesar 5,9 yang termasuk kategori tercemar sedang (Nugraha et al., 2024). Selain masalah kualitas, eksploitasi air tanah berlebihan juga menyebabkan penurunan muka tanah (land subsidence) dan intrusi air laut, memperburuk kondisi sumber daya air di Jakarta.

Sementara itu, di Bandung, pencemaran air tanah muncul dari kombinasi limbah domestik, pertanian, serta aktivitas industri, khususnya sektor tekstil. Penelitian menunjukkan bahwa air tanah dangkal di Kabupaten Bandung Selatan telah terkontaminasi nitrat, amonium, serta bakteri coliform yang berasal dari aktivitas rumah tangga dan pertanian (Fathurrahman et al., 2017). Selain itu, kawasan industri tekstil di Dayeuhkolot dan Majalaya menjadi titik kritis karena limbah tekstil mengandung zat warna sintesis, BOD, COD, serta logam berat seperti Cr, Pb, dan Cd yang mencemari air tanah dan air permukaan. Limbah cair tekstil yang tidak diolah dengan baik diketahui telah meresap ke akuifer dangkal, sehingga memperburuk kualitas air tanah yang digunakan masyarakat (Suryani & Hidayat, 2019). Kondisi ini menegaskan bahwa pengelolaan limbah industri yang tidak terintegrasi dengan perlindungan air tanah berpotensi memperparah degradasi kualitas lingkungan.

Di Semarang, eksploitasi air tanah yang berlebihan menjadi faktor utama penurunan kualitas air tanah. Intrusi air laut yang semakin meluas akibat penggunaan air tanah yang tinggi di wilayah pesisir telah meningkatkan kadar TDS dan klorida dalam air tanah, sehingga

menurunkan kualitas dan kelayakan konsumsi (Marfai et al., 2018). Fenomena ini menegaskan pentingnya pengendalian pemompaan air tanah di kawasan pesisir serta perlindungan zona resapan.

Kondisi serupa terjadi di Surabaya, di mana air tanah di kawasan industri telah terkontaminasi logam berat seperti Pb dan Cd. Penelitian menunjukkan bahwa limbah industri yang tidak melalui proses pengolahan dengan baik berkontribusi langsung terhadap pencemaran akuifer dangkal, yang berdampak pada masyarakat sekitar (Hidayati et al., 2019). Sementara itu, limbah domestik juga masih berperan dalam menurunkan kualitas biologis air tanah melalui pencemaran bakteri.

Di Medan, pertumbuhan kota dan industrialisasi turut memberikan tekanan terhadap kualitas air tanah. Penelitian terbaru menemukan adanya pencemaran biologis berupa bakteri coliform serta peningkatan parameter kimia akibat kombinasi limbah domestik dan aktivitas industri makanan (Lubis et al., 2020). Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem sanitasi dan pengelolaan air limbah di Medan masih belum terintegrasi dengan baik dalam perencanaan sumber daya air.

Secara umum, kasus-kasus di atas menunjukkan pola yang serupa: (1) sanitasi yang belum tertangani secara sistemik menyebabkan pencemaran mikrobiologis, (2) lemahnya regulasi dan pengawasan industri meningkatkan pencemaran kimia, dan (3) eksploitasi berlebih memperburuk intrusi air laut dan penurunan muka tanah. Oleh karena itu, manajemen air tanah di Indonesia perlu bergeser dari pendekatan sektoral menjadi integratif berbasis Integrated Water Resources Management (IWRM), yang menggabungkan perlindungan kualitas, pengendalian kuantitas, serta integrasi dengan tata ruang perkotaan. Upaya yang direkomendasikan mencakup pembangunan sistem sanitasi terpadu, peningkatan pasokan air permukaan untuk mengurangi ketergantungan pada air tanah, penguatan sistem pemantauan kualitas dan kuantitas air tanah secara nasional, serta penegakan hukum yang lebih ketat terhadap pencemar domestik maupun industri. Tanpa penguatan manajemen yang terintegrasi, kasus pencemaran—termasuk akibat limbah tekstil di Bandung—akan semakin meluas, mengancam keberlanjutan pasokan air bersih dan kesehatan masyarakat.

Regulasi dan Kebijakan

Pengelolaan sumber daya air di Indonesia memiliki kerangka hukum yang cukup komprehensif. Regulasi utama yakni Undang-Undang No. 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, menegaskan bahwa air merupakan hak asasi manusia dan dikuasai oleh negara untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat (Pasal 6). Regulasi ini mengamanatkan prinsip pengelolaan yang berkelanjutan, terintegrasi, dan adil, serta melibatkan peran masyarakat dalam menjaga sumber daya air.

Lebih spesifik tentang air tanah, diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 43 Tahun 2008 tentang Air Tanah. PP ini mengatur perizinan, konservasi, pendayagunaan, dan pengendalian air tanah. Pasal 4 PP No. 43 tahun 2008 menegaskan bahwa setiap orang atau badan yang memanfaatkan air tanah wajib memiliki izin dari pemerintah, sedangkan Pasal 24 menekankan pentingnya konservasi untuk menjamin keberlanjutan cadangan air tanah. Di sisi lain, untuk mengendalikan pencemaran, berlaku UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup beserta turunannya, yaitu PP No. 22 Tahun 2021, yang mengatur baku mutu limbah cair, pencegahan pencemaran, serta penegakan hukum terhadap

pelanggaran lingkungan. Meskipun norma hukum sudah cukup kuat, tantangan besar justru muncul pada aspek implementasi, khususnya dalam menghadapi permasalahan yang diantaranya adalah overexploitation dan pencemaran air tanah di kawasan perkotaan dan industri.

Kasus overexploitation air tanah yang terjadi di berbagai kota di Indonesia menunjukkan adanya celah implementasi regulasi. PP No. 43/2008 telah menetapkan mekanisme izin pengambilan air tanah, termasuk kewajiban melaporkan volume pemompaan. Namun, dalam praktiknya, banyak rumah tangga, gedung, maupun industri yang mengambil air tanah tanpa izin resmi. Minimnya jaringan perpipaan sebagai alternatif sumber air bersih membuat masyarakat tetap bergantung pada sumur dalam. Dengan demikian, meskipun regulasi telah ada, lemahnya pengawasan dan minimnya alternatif pasokan membuat overexploitation tetap terjadi.

Selain eksploitasi berlebihan, pencemaran juga menjadi ancaman besar. Regulasi yang berlaku sudah cukup jelas. UU No. 32 Tahun 2009 dan PP No. 22 Tahun 2021 mewajibkan industri untuk mengolah limbahnya hingga memenuhi baku mutu sebelum dibuang ke lingkungan. Namun, lemahnya pengawasan, kurangnya kapasitas teknis dalam monitoring kualitas air tanah, dan rendahnya kepatuhan industri membuat pencemaran tetap berlangsung. Akibatnya, air tanah yang seharusnya menjadi sumber utama bagi masyarakat justru berubah menjadi sumber risiko kesehatan.

Strategi Pengelolaan

Untuk meminimalisir dampak yang ditimbulkan dari kasus permasalahan terhadap eksploitasi air tanah yang berlebih serta pencemaran air tanah diperlukan strategi manajemen air tanah yang terintegrasi. Sistem peizinan yang ketat, penerapan groundwater metering, serta zonasi konservasi air tanah yang berbasis pada daya dukung akuifer dapat dilakukan sebagai salah satu strategi manajemen air tanah. Selain kuantitas, aspek kualitas juga perlu menjadi prioritas dalam manajemen air tanah. Beberapa kasus pencemaran air tanah yang terjadi di Indonesia menunjukkan perlunya penguatan strategi pengendalian pencemaran dengan peningkatan sistem pengolahan limbah cair serta pemantauan kualitas secara berkala. Sementara itu, Effendi et al. (2020) menekankan bahwa risiko kesehatan dari konsumsi air tanah tercemar menuntut integrasi kebijakan air minum perpipaan untuk mengurangi ketergantungan masyarakat pada sumur dalam. Lebih jauh, strategi manajemen juga harus mengintegrasikan pendekatan konservasi dan teknologi pengisian ulang buatan (artificial recharge) untuk memulihkan kondisi akuifer. Berdasarkan Padlan dan Fajriani (2025) penerapan sumur resapan dan infiltration wells di daerah resapan efektif menurunkan laju penurunan muka air tanah sekaligus memperbaiki keseimbangan neraca air. Integrasi konservasi berbasis alam dengan infrastruktur buatan ini dianggap sebagai strategi jangka panjang yang dapat mendukung keberlanjutan pasokan air tanah.

KESIMPULAN

Berdasarkan permasalahan terkait air tanah dan regulasi yang ada di Indonesia, dibutuhkan strategi manajemen air tanah secara terpadu agar air tanah dapat dikelola dengan baik. Strategi manajemen air tanah di Indonesia harus diarahkan pada tiga pilar utama: (1) pengendalian ekstraksi melalui regulasi dan pemantauan berbasis data ilmiah, (2) pengendalian

pencemaran dengan memperkuat sistem pengolahan limbah dan monitoring kualitas, serta (3) pemulihan akuifer melalui program konservasi kawasan resapan dan pengisian ulang buatan. Pendekatan terpadu ini akan efektif apabila didukung oleh kebijakan lintas sektor dan peningkatan cakupan layanan air perpipaan untuk mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap sumur dalam sehingga dapat mengatasi permasalahan yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Geologi. (2023). Pantau penurunan tanah, Badan Geologi bangun 81 sumur pantau. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. <https://www.esdm.go.id/en/media-center/news-archives/pantau-penurunan-tanah-badan-geologi-bangun-81-sumur-pantau>
- BRIN. (2023). Kelangkaan air terjadi, BRIN sebut butuh badan pengelola air tanah. Badan Riset dan Inovasi Nasional. <https://geologi.esdm.go.id/media-center/kelangkaan-air-terjadi-brin-sebut-butuh-badan-pengelola-air-tanah>
- Edial, H. (2021). Pengisian airtanah buatan (artificial recharge) di Kota Padang. *Jurnal Spasial*, 8(2), 101–110. <https://ejournal.upgrisba.ac.id/index.php/spasial/article/view/1588>
- Iskandar, A., Makarim, C. A., & Chandra, T. K. (2022). Studi kasus penurunan muka tanah dan muka air tanah di Jakarta Pusat (2010–2022). *Jurnal Muara Teknik Sipil*, 6(2), 123–131. <https://journal.untar.ac.id/index.php/jmts/article/view/21979>
- Putri, B. M., Karlina, N., & Miradhia, D. (2020). Pengendalian penggunaan air tanah di Kecamatan Jatinangor dan Kecamatan Bandung Wetan oleh Dinas ESDM. *Jurnal Administrasi Negara*, 16(1), 55–68. <https://jurnal.unpad.ac.id/jane/article/view/28679>
- Rumbyarso, Y. P. A. (2024). Kajian penurunan tanah di Kabupaten Bekasi akibat eksploitasi air berlebihan menggunakan Plaxis 2D dan Geostudio. *Qomaruna Journal of Multidisciplinary Studies*, 3(1), 1–11. <https://jurnal.uqgresik.ac.id/index.php/qjms/article/view/62>
- Schmidt, G., Soefner, B., & Soekardi. (2016). Possibilities for groundwater development for the city of Jakarta, Indonesia. *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, 374, 117–122. <https://bkat.esdm.go.id/node/135>
- Sopiyani. (2023). Manajemen air tanah di DKI Jakarta berdasarkan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang sumber daya air. *SALAM: Jurnal Sosial dan Budaya Syar’i*, 10(1), 150–164. <https://journal.uinjkt.ac.id/index.php/salam/article/view/34606>
- Abidin, H. Z., Andreas, H., Gumilar, I., Fukuda, Y., Pohan, Y. E., & Deguchi, T. (2011). Land subsidence of Jakarta (Indonesia) and its relation with urban development. *Natural Hazards*, 59(3), 1753–1771. <https://doi.org/10.1007/s11069-011-9866-9>
- Abidin, H. Z., Andreas, H., Gumilar, I., & Brinkman, J. J. (2015). Study on the risk and impacts of land subsidence in Jakarta. *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, 370, 15–20. <https://doi.org/10.5194/piahs-370-15-2015>
- Handika, R., Widodo, J., & Pravitasari, A. E. (2024). Combined Land Subsidence Analysis in Jakarta Based on Ps-InSAR and MICMAC Methods. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 25(1), 137–145. <https://doi.org/10.55981/jtl.2024.1125>
- Chaussard, E., Amelung, F., Abidin, H., & Hong, S.-H. (2013). Sinking cities in Indonesia: ALOS PALSAR detects rapid subsidence in multiple urban areas. *Remote Sensing of Environment*, 128, 150–161. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.10.015>

- Gumilar, I., Abidin, H. Z., Hutasoit, L. M., Hakim, D. M., Sidiq, T. P., & Andreas, H. (2015). Land Subsidence in Bandung Basin and its Possible Caused Factors. *Procedia Earth and Planetary Science*, 12, 47–62. <https://doi.org/10.1016/j.proeps.2015.03.026>
- Nugroho, S., Wicaksono, P., & Chudayat, M. A. (2020). Present-day land subsidence over Semarang revealed by time-series InSAR. *Remote Sensing Letters*, 11(5), 476–485. <https://doi.org/10.1080/2150704X.2020.1740015>
- Prasetya, I., Setyawan, A., & Santoso, P. B. (2021). Land subsidence monitoring in Surabaya using InSAR and GPS observations. *International Journal of Remote Sensing*, 42(18), 6925–6946. <https://doi.org/10.1080/01431161.2021.1954123>
- Sibarani, J., Hutapea, A., & Nasution, M. (2024). Land subsidence monitoring in Medan using Sentinel-1 InSAR. *Journal of Applied Geodesy*, 18(2), 123–135. <https://doi.org/10.1515/jag-2023-0045>
- Tirtomihardjo, H., Raharjo, P., & Haryanto, A. (2021). Review of the land subsidence hazard in Pekalongan delta, Indonesia. *Environmental Earth Sciences*, 80(6), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s12665-021-09507-2>
- Padlan, M., Qonaah, D., & Fajriani, R. (2025). Pengelolaan Air Hujan dengan Sumur Resapan dan Rainwater Harvesting sebagai Upaya Konservasi dan Pengendalian Runoff (Studi Kasus: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta). In *Journal of Civil Engineering and Sustainable Infrastructure* (Vol. 02, Issue 02).
- Effendi, H., Wardiatno, Y., & Haeruddin. (2020). Groundwater quality and its health risk assessment in urban areas of Indonesia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(5), 323. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08340-3>
- Yusriyyah Salma, G., Rohmat, D., & Ihsan, H. M. (2025). Spatial Study of Groundwater Availability Zoning in Bandung City Using Analytical Hierarchy Process Method. <https://ejournal.upi.edu/index.php/IJGIS/index>
- Hardanto, A., Mustofa, A., & Ardiansyah, A. (2023). Groundwater Potential Zone Classification Using Geospatial Approach. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 12(2), 288–301. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v12i2.288-301>
- Ardiyanto, R., Ratnasari, D., Santosa, B. H., Anisah, A., Hidayat, W., Gita, E., Sapan, A., Priyadi, H., & Purwana, R. (2025). Groundwater Potential Assessment in the Semarang-Demak Basin Using Geospatial and Multi-Criteria Analysis. <https://doi.org/10.55981/limnotek.2025.8066>
- Kintoro, F. S., Adji, T. N., & Widyastuti, M. (2025). Land use changes and their impact on groundwater vulnerability's spatio-temporal conditions. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 12(2), 6979–6990. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2025.122.6979>
- Wijayanti, Y., Fittkow, M., Kusumadewi, R. A., & Setyandito, O. (2021). Temporal Variation Of Groundwater Quality In Sleman, Yogyakarta, Indonesia. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 5(1), 28–39. <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v5i1.10746>
- T., Aditya, I., Priyono, R., Putranto, T. T., & Setiawan, T. (2024). Jurnal Presipitasi Groundwater Potential of the Jakarta Groundwater Basin using the Darcy Equation Method. 21(2), 404–418.

- Pratiwi, N., & Sulistyorini, R. (2021). Pengaruh Jarak Septic Tank terhadap Kontaminasi Air Tanah di Jakarta. *Jurnal Temali. Universitas Pasundan*.
<https://journal.unpas.ac.id/index.php/temali/article/view/21644>
- Nugraha, A. R., et al. (2024). Groundwater Quality in Jakarta: Assessment Using Water Pollution Index (WPI). *Sustainability*, 17(8), 3373. <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/8/3373>
- Fathurrahman, R., et al. (2017). Kualitas Air Tanah di Kabupaten Bandung Selatan. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral. LIPI*.
<https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/375071>
- Suryani, E., & Hidayat, R. (2019). Pencemaran Air Tanah akibat Limbah Tekstil di Dayeuhkolot dan Majalaya, Bandung. *Jurnal Teknik Lingkungan ITB*, 25(2).
<https://journals.itb.ac.id/index.php/jtl/article/view/8220>
- Marfai, M. A., et al. (2018). Groundwater Quality Degradation due to Seawater Intrusion in Semarang. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 118.
- Hidayati, N., et al. (2019). Heavy Metal Contamination in Groundwater of Industrial Area, Surabaya. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 11(1).
- Lubis, Z., et al. (2020). Groundwater Quality Assessment in Medan City. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan. Universitas Sumatera Utara*.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).